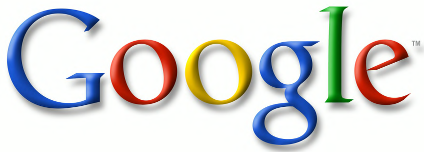

Google



Grundriss der Zoologie

für

Forstleute

Grundriss der Zoologie

für

Forstleute

Ergänzungsband

zu

Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft

von

Dr. A. Jacobi,

Professor der Zoologie an der Kgl. Forstakademie zu Tharandt

Mit 441 Abbildungen

Tübingen

Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung

1906

Druck von H. Laupp jr in Tübingen.

Vorwort.

Obwohl jedes Buch durch seinen Gehalt ausreichend für sich selbst sprechen soll, bedarf das vorliegende doch einiger Begleitworte, die über seine Entstehung, Anlage und Bestimmung den erforderlichen Aufschluss geben. Da in T. Lorey's „Handbuch der Forstwissenschaft" die forstliche Zoologie keine selbständige Darstellung gefunden hat, hielten es der Verleger und der Herausgeber von deren 2. Auflage für angebracht, diesem Mangel dadurch abzuhelfen, dass jener Wissenszweig in einem besonderen Werk behandelt werden sollte, das vielleicht auch als Grundriss für die zoologischen Vorlesungen an forstlichen Hochschulen dienen könnte. Wenn ich trotz des von mir selbst am lebhaftesten empfundenen Mangels an längerer akademischer Lehrerfahrung, dem Antrage des Herrn Herausgebers folgend, die Abfassung übernommen habe, so geschah es, weil mir das Bedürfnis der Studierenden nach einem knappen, aber das Wesentliche der allgemeinen Zoologie mit forstlicher Anwendung bietenden Leitfaden oft genug entgegentrat.

Für Inhalt und Umfang waren mir gewisse Schranken gezogen. In Rücksicht auf das Fehlen der Tierkunde im gedachten Handbuche waren die Verfasser der Kapitel Fischerei, Weidwerk und Forstschutz genötigt gewesen, mancherlei rein zoologisches in ihr Gebiet mit aufzunehmen — Erweiterungen desselben, die mich andrerseits nötigten, meine Darstellung entsprechend einzuschränken. Es blieb mir daher nur der Ausweg, die allgemeinen Gegenstände in den Vordergrund zu rücken, im übrigen aber eine gedrängte Uebersicht des Tiersystems zu geben, in der Biologie und wirtschaftliche Bedeutung nur eben angedeutet werden. Auf diese mir obliegenden Beschränkungen wolle man bei der Beurteilung der Frage Rücksicht nehmen, ob ich in der Auswahl und Wiedergabe des Stoffes richtig verfahren bin. Da auch hinsichtlich des Umfanges ziemlich enge Grenzen gezogen waren, so durfte im systematischen Teile der Gesichtskreis des Forstwirtes nur soweit überschritten werden, als es zum Festhalten des Zusammenhanges unumgänglich nötig war; gegenüber dem Vielen, was aus Rücksichten auf den Raum unterdrückt werden musste, konnte es mir zur Beruhigung gereichen, dass die Bücher von Eckstein und Nüsslin für Wirbeltiere und Insekten die wünschenswerte Ergänzung bieten.

Wenngleich ich in der Zugabe von Abbildungen — dank dem unbegrenzten, sehr freundlichen Entgegenkommen der Verlagsbuchhandlung — weniger beengt war, so verlangte doch auch hier die Rücksicht auf Raum und Preis möglichsten Verzicht auf Originalzeichnungen, vielmehr musste ich mich tunlichst auf die Wiedergabe von Figuren aus unseren namhaftesten Lehr- und Handbüchern stützen, deren Herkunft sich jedesmal angegeben findet. Im Systeme bin ich im wesentlichen der von Goette in

seinem Lehrbuche gegebenen Darstellung gefolgt und habe mich vielfach an dessen Definitionen eng angeschlossen, während in den Einzelheiten der Gliederung und wissenschaftlichen Benennung den neueren Fortschritten und Anschauungen möglichst Rechnung getragen ist. Zwar bin ich darauf gefasst, dass dieses Verfahren vielleicht bei Einzelnen Missbilligung erfahren wird, allein ich bin der Ueberzeugung, dass die forstlich angewandten Naturwissenschaften sich auch in jener Richtung als Glieder der Gesamtwissenschaft zu betätigen haben, zumal es sich nicht etwa bloss um Aeusserlichkeiten der Anordnung und Benennung handelt. Es heisst meines Erachtens sich gegen den Fortschritt der Zoologie verschliessen, wenn man einen veralteten Standpunkt künstlich erhalten will, nur um nicht über die Bedürfnisse des Praktikers hinauszugehen oder um die Ueberlieferungen unserer forstzoologischen Altmeister zu schonen, die solcher Rücksichten an verkehrtem Orte wahrlich nicht bedürfen. Zur Erleichterung des Ueberganges vom Alten zum Neuen sind jedoch die hergebrachten Bezeichnungen in Klammern beigegeben worden.

Um die äussere Form des Buches möglichst in Einklang mit dem „Handbuche der Forstwissenschaft“ zu bringen, war u. a. die Einteilung des Stoffes in Paragraphen nötig, eine Mühewaltung, der sich der Herausgeber des genannten Handbuches mit gewohnter Liebenswürdigkeit unterzog; es sei ihm wie dem Verleger, Herrn Dr. P. Siebeck, für ihr Entgegenkommen bei allen Herstellungsfragen mein aufrichtiger Dank gesagt.

A. Jacobi.

Inhaltsverzeichnis.

I. Teil.
Allgemeine Zoologie.

II. Teil.

Spezielle Zoologie.

Berichtigungen.

S. 127 zwischen Zeile 9 und 10 v. u. ist einzuschieben: B. „*Macrolepidoptera*“.

S. 157 Zeile 15 v. o. statt Aphididae lies: Aphidae.

S. 158 Zeile 5 v. o. statt Unterfam. *Aphidinae, Lachninae, Schizoneurinae, Pemphiginae* lies: Tribus *Aphidini, Lachnini, Schizoneurini, Pemphigini.*

S. 170 Zeile 21 v. u. statt § 95 lies: § 95 a.

I. Teil.

Allgemeine Zoologie.

Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie, 1905. — Boas, Lehrbuch der Zoologie, 3. Aufl. 1901. — Goette, Lehrbuch der Zoologie, 1902. — R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie, 6. Aufl. 1905. — Wiedersheim, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, 5. Aufl. 1902. — Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere, Jena 1894. — Simroth, Abriss der Biologie der Tiere, 1901. — Rosenthal, Lehrbuch der allgemeinen Physiologie 1901. – O. Hertwig, Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere, 1900.

1. Begriff und Einteilung.

§ 1. Die Zoologie ist die Wissenschaft der Tierkunde; sie begreift als solche in sich die Kenntnis vom äusseren und inneren Baue der Tiere, von ihren Lebenserscheinungen, von ihrer Stellung im Naturganzen und zu einander. Diese zoologische Wissenschaft erfasst ihren Gegenstand von verschiedenen Gesichtspunkten aus, die zur Benennung ebensovieler Wissenszweige oder zoologischer Einzelwissenschaften Anlass geben, und zwar haben diese die folgenden Aufgaben:

Die allgemeine Zoologie sucht die gemeinsamen Züge und erschliessbaren Gesetzmässigkeiten im Bau und Leben der Tiere aufzustellen und ihre Abhängigkeit von den bekannten Naturkräften zu ergründen.

In der Morphologie werden die Einzelheiten des Körperbaues, die Organe und Organsysteme untersucht und durch die Reihe des Tierreiches hindurch in ihrer wechselnden Erscheinung verfolgt und verglichen, um die Steigerung einfacherer Gebilde zu verwickelten kennen und umgekehrt das Verwickelte aus einfacher Grundlage heraus verstehen zu lernen. Da diese Tätigkeit sich auch auf die inneren, erst nach kunstgerechter anatomischer Zergliederung wahrnehmbaren Teile erstrecken muss, so ist die „vergleichende Anatomie“ nur eine Anwendung der Morphologie; ebenso ist die Lehre von den Geweben (Histologie) ein besonderer Teil der Morphologie. Wenn nicht die Bauverhältnisse des ausgebildeten Tieres, sondern die seiner vorhergehenden Entwicklungszustände festgestellt und für alle Tierformen in gegenseitige Beziehung gebracht werden, bildet sich die Morphologie zur „vergleichenden Entwicklungsgeschichte“ (Ontogenie, Embryologie) aus. Ebenso ist die Versteinerungskunde (Paläontologie) nur ein Untergebiet der Morphologie, da sie sich in sinngemässer Anwendung mit den versteinerten Organen ausgestorbener Organismen befasst. Das Endziel aller morphologischen Arbeit ist, unabhängig von der Betrachtungsweise im einzelnen, die Feststellung der natürlichen Verwandtschaft innerhalb der zahllosen Tierformen; der Erreichung dieses Zieles widmet sich die

Systematik. Ihre Aufgabe ist nicht so sehr die Kenntnis und gesicherte Unterscheidung möglichst vieler Tierarten, als vielmehr die Aufklärung des natürlichen Zusammenhanges zwischen ihnen unter der Annahme der Entstehung verwickelter auf-

gebauter Formen aus älteren und einfacheren, wobei die Ergebnisse der vergleichenden Morphologie im weitesten Sinne für die Erkenntnis des ganzen körperlichen und zeitlichen Werdens des grossen Tierstammes, zu einer Gruppierung seiner Einzelformen zu einem Uebersichtsbilde, einem Systeme, Verwertung finden. Eigentliches Ziel der zoologischen Systematik ist es also, die Stammesgeschichte (Phylogenie) der Tiere zu durchschauen.

Die Physiologie sucht durch planmässige Versuche die Lebenserscheinungen der Organismen und besonders die physikalisch-chemischen Bedingungen klarzulegen, unter denen jedes Organ das Fortbestehen des Einzelwesens bewirken hilft.

Unter Biologie[1]) wird zusammengefasst, was wir von den äusseren Daseinsbedingungen der Tiere, ihrer besonderen Abhängigkeit von anderen Tieren, Pflanzen, Klima, Boden u. s. w. wissen, sowie die Kunde von deren Einflusse auf Bau und Lebensweise. Ein Sondergebiet der Biologie ist die Ethologie, d. h. die Feststellung der Lebens- und Fortpflanzungsweise jeder Tierart.

Von der Tiergeographie (Zoogeographie) wird die Verbreitung einzelner Tierarten wie grösserer Gruppen auf dem Festen und im Wasser, nach ihrem Vorkommen in den verschiedenen Höhenlagen, klimatischen Zonen und Bodenformationen untersucht; auf Grund der gewonnenen Erfahrungen erforscht jener Wissenszweig die Bedingungen, durch die sich die Tatsachen der Verbreitung regeln, also ihre Abhängigkeit von der Gliederung und physischen Beschaffenheit der Erdoberfläche und den Zuständen ihrer Luft- und Wasserhülle in der Gegenwart wie in der geologischen Vergangenheit.

Die angewandte oder praktische Zoologie endlich befasst sich genauer nur mit denjenigen Tieren, welche einerseits in irgend einem Grade den Körper oder die Lebensverrichtungen oder die wirtschaftlichen Bestrebungen des Menschen zum Vorteil oder Nachteil beeinflussen oder andrerseits mit Teilen ihres Körpers für ihn verwertbar sind; man nennt sie herkömmlicherweise nützliche und schädliche Tiere. Es muss betont werden, dass diese beiden Begriffe allein vom Standpunkte des Menschen aus geschaffen worden sind, denn im Grunde genommen gebührt jedem Lebewesen sein Platz auf der Erde, auf dem es sich nur durch Verzehren organischer Stoffe erhalten kann; dass dieses Bedürfnis nach Raum und Nahrung dem Menschen erwünscht oder lästig sein kann, hat mit der ursprünglichen Gleichberechtigung aller Geschöpfe nichts zu schaffen. Sehen wir doch auch, dass sich die Menschen über die Auffassung und Begrenzung der Nützlichkeit und Schädlichkeit durchaus nicht einig sind, dass je nach wirtschaftlichen Zwecken oder auch nach persönlicher Neigung dasselbe Tier dem einen Nutzen bringt, dem andern Schaden, z. B. hasst der Landmann den Hasen als unerwünschten Kostgänger, während der Jäger ein nutzbares Wild in ihm erblickt; umgekehrt sieht der Jäger den Fuchs für schädlich an, weil dieser die jagdbaren Tiere verfolgt, während er dem Bauer durch Vertilgung der Feldmäuse Nutzen bringt. Wenn wir sonach entsprechend der Mannigfaltigkeit des menschlichen Daseins dem Gegenstande der angewandten Zoologie auch keine scharfen Grenzen setzen können, muss wenigstens der Doppelbedeutung der Bezeichnungen nützlich und schädlich gedacht werden. Unmittelbaren oder direkten Nutzen bringt eine Tierart dem Menschen, wenn sie ihm mit ihrem Körper oder seinen Erzeugnissen zur eigenen Nahrung oder Kleidung dient, ihm Werkzeuge, Schmuck, Arznei, Farbstoffe u. s. w. liefert (Wild, Fische, Honigbiene etc.); mittelbar (indirekt) nützlich ist sie, wenn sie anderes,

1) Neuerdings bezeichnet man vielfach, besonders im Auslande, mit Biologie das gesamte Wissen von der Lebewelt, also vom Pflanzen- und Tierreich samt dem Menschen.

ihm oder seinen Haustieren und Kulturpflanzen schädliche Lebewesen vermindert (Mäusebussard, Kröten, Schlupfwespen). Dementsprechend sind diejenigen Tiere direkt schädlich, welche dem Körper des Menschen und seiner tierischen Schützlinge lästig oder gefährlich werden (z. B. Raubtiere, Dasselfliegen, Bandwürmer); indirekt schaden Tiere, wenn sie sich von lebenden Kulturpflanzen in Feld und Wald oder deren Teilen nähren, ebenso, wenn sie die vom Menschen verarbeiteten organischen Erzeugnisse, wie Holzgegenstände, Kleiderstoffe, Leder etc. zerstören (Nagetiere, viele Insekten und Würmer). — Ein besonderer Teil der angewandten ist auch die forstliche Zoologie; sie lehrt den Körperbau und die Lebensweise aller der Tierarten kennen, welche für den Forstmann und Jäger von besonderem Interesse sind, insbesondere zu den forstlichen Kulturpflanzen in wirtschaftlich fühlbare Beziehungen treten oder Gegenstand der Jagdausübung sind.

2. Die Stellung der Tiere im Naturganzen.

§ 2. Den anorganischen Naturkörpern, welche die Luft-, Wasser- und Gesteinsmasse unseres Planeten bilden, stehen Tiere und Pflanzen als Organismen gegenüber und zwar unterscheiden sie sich von jenen durch die Eigenschaft des Lebens. Unter Leben versteht man mehrere wiederholt aufeinanderfolgende und deutlich unterscheidbare Erscheinungen, die mit einer Reihe von Veränderungen der Materie zusammenhängen. Aus der Tatsache des Lebens gehen mehrere besondere oder vitale Eigenschaften der Lebewesen hervor: 1. ihre Entstehungsweise, die immer auf Abstossung eines wesensgleichen Teiles von einem bestehenden Ganzen, auf elterlicher Zeugung, beruht. 2. Die Erhaltungsweise durch andauernden inneren Verbrauch von Materie und Wiederersatz durch Entnahme von Stoffen aus der Umgebung (Stoffwechsel). 3. Aufbau und Wachstum. Die festweiche bis halbflüssige Leibesbeschaffenheit der Organismen gestattet keine Bestimmung des Körperumrisses durch Zahlenformeln, und die Zunahme kann nicht durch blosse äusserliche Anlagerung (Juxtaposition) von Stoffen geschehen, sondern nur durch innerliche Aufnahme (Intussuszeption).

Zwischen Pflanzen und Tieren bestehen folgende Unterschiede:

1. Im Stoff- und Kraftwechsel. Die Pflanze nimmt als Nährstoffe verhältnismässig einfache, sauerstoffreiche und meist anorganische Nährstoffe auf und bildet aus ihnen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes sehr zusammengesetzte, aber sauerstoffarme Verbindungen; somit ist ihr Stoffwechsel ein Reduktionsprozess, und zwar wird dabei die lebendige Kraft der Sonnenwärme in ruhende oder Spannkraft umgewandelt. Das Tier hingegen nimmt, indem es Pflanzen oder andere Tiere verzehrt, fertige organische Verbindungen auf, die es in seinem Körper mit Hilfe eingeatmeten Sauerstoffes zerspaltet; hierbei verbinden sich die Bestandteile der ersteren mit erheblichen Sauerstoffmengen, um neben Kohlendioxyd als hochoxydierte Verbindungen in chemischem, als Exkrete in physiologischem Sinne nach aussen abgegeben zu werden; daher ist der tierische Stoffwechsel ein Oxydationsprozess. Bei letzterem wird die von den Nährstoffen mitgeführte Spannkraft in lebendige Kraft (Wärme, Bewegung, Licht- und Elektrizitätserzeugung) umgewandelt.

Die organischen Nährstoffe erlangen die Tiere nur dadurch, dass sie entweder Pflanzen oder andere Tiere verzehren; da aber solche Tiere, welche anderen zur Nahrung dienen, selber meistens Pflanzenfresser sind, so geht die tierische Nahrung direkt oder indirekt in letzter Linie immer auf das Pflanzenreich zurück. Andrerseits sind die pflanzlichen Wesen für den Bezug der Rohstoffe ihres Stoffwechsels grossenteils auf die Tiere angewiesen, indem sie sich der Zerfallsprodukte der Tierkörper und der von

diesen ausgeatmeten Kohlensäure zum Aufbau ihres Bildungsmaterials bedienen. Wegen dieser gegenseitigen Abhängigkeit der Pflanzen und Tiere ergänzen sich ihre beiden Stoffwechsel zu einem vollständigen Kreislaufe der Stoffe in der organischen Natur, der sich in seinen Grundzügen folgendermassen darstellt und zugleich die grundsätzlichen Unterschiede der erstgenannten erkennen lässt.

Pflanzen	Tiere
geben Sauerstoff an die Luft ab,	nehmen Sauerstoff aus der Luft auf,
nehmen anorganische Nahrung auf und zwar Kohlensäure, Wasser und Mineralsalze,	nehmen organische Nahrung auf, nämlich
erbauen daraus organische Stoffe, nämlich Kohlehydrate, Eiweisse und Fette, die den Tieren zur Nahrung dienen,	Kohlehydrate, Eiweisse und Fette und verwerten sie
durch einen Reduktionsprozess,	durch einen Oxydationsprozess,
nehmen ausserdem Stickstoff aus dem Boden und	geben Stickstoffverbindungen und
Kohlensäure aus der Luft auf.	Kohlensäure ab.

2. In der Bewegung und Empfindung. Während die Pflanzen i. A. festgewachsene Wesen sind, deren Körperteile in ihrer Langsamkeit kaum wahrnehmbare Bewegungen ausführen, haben fast alle Tiere die Möglichkeit zu rascher, kräftiger Bewegung vom Orte oder wenigstens ihrer Körperanhänge. Die Fähigkeit der Empfindung wird bei den Tieren aus ihrem, meist in willkürlichen Bewegungen sich kundgebenden, Verhalten gegen äussere Reize und dem Vorhandensein besonderer Leitungsbahnen für solche erschlossen; umgekehrt behaupten wir, dass den Pflanzen die Empfindung fehle, weil sie auf Reize hin keine alsbaldige Tätigkeit zeigen und ihnen überhaupt besondere Leitungsbahnen fehlen.

3. in der Körpergestalt und Flächenentwicklung. Die Pflanzen nehmen ihre Nährstoffe in fein verteilter Form aus der Umgebung auf, mit der sie sich deshalb durch flächenhafte Ausbreitung und sperrige Verästelung in möglichst umfangreiche Berührung bringen. Dagegen muss das Tier seine meist feste, massige Nahrung in geschlossenen Hohlräumen auflösen, die der Raumersparnis halber in seinem Innern angebracht sind; infolgedessen haben die Tiere einen wenig gegliederten, gedrungenen Körperumriss. Die Vergrösserung der aufnehmenden Oberfläche geschieht dort durch Vermehrung der äusseren Organe, nämlich der Wurzeln und Blätter, hier durch Erweiterung der inneren Höhlen und Faltung ihrer Wände.

Wenngleich demnach zwischen den beiden Arten von Organismen tiefgreifende Unterschiede bestehen, so gelten diese doch nicht ausnahmslos, denn es gibt einerseits Pflanzen, die sich hauptsächlich von organischen Stoffen nähren (Pilze, chlorophylllose Blütenpflanzen), sowie solche, die Eigenbewegung besitzen (einzellige Algen) oder auf Berührungsreize hin sich kräftig bewegen, also Empfindung besitzen (*Mimosa*). Andrerseits vermissen wir bei manchen festsitzenden Tieren (Polypen, Wurzelfüsserkrebsen, Manteltieren) die Ortsbewegung, und selbst die Empfindung dürfte bei den Schwämmen, die kein reizleitendes Nervensystem besitzen, ebenso gering entwickelt sein wie bei den meisten Pflanzen. Dagegen ist sowohl im Pflanzen- wie im Tierreiche bei den niedersten einzelligen Wesen ein gleicher Grad von Empfindung vorhanden, sodass man nur einen verhältnismässigen Unterschied zwischen beiden Reichen im Besitze jener Eigenschaft feststellen kann. Auch die dritte Gruppe von Merkmalen ist nicht frei von Ausnahmen nach beiden Seiten hin, denn beispielsweise verzehren und verarbeiten die Plasmodien der Schleimpilze feste Nahrung innerlich, oder andrerseits sind es bei gewissen Tieren äussere, verzweigte Organe, mit denen Nahrung und Atemluft eingesogen wird, wofür die Wurzelkrebse *(Rhizocephala)* und viele Nacktschnecken des Meeres den Beweis liefern (Fig. 1).

Wiewohl sich demnach eine scharfe, allseits gültige Grenze zwischen den beiden organischen Reichen, namentlich auf deren niederen Organisationsstufen, nicht ziehen

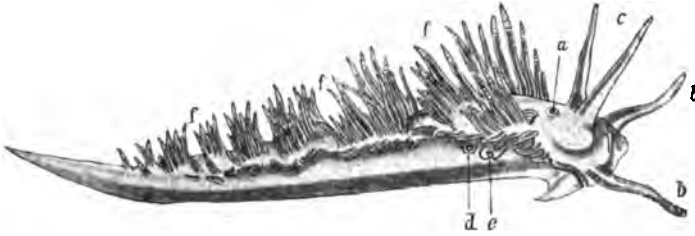


Fig. 1. *Aeolis rufibranchialis*, eine Nacktkiemerschnecke. *a* Auge, *b* Mundfühler, *c* Kopffühler, *d* After, *e* Geschlechtsöffnung, *f* Rückenkiemen. (Aus HESCHELER.)

lässt, treten doch die Ausnahmen hinter den deutlich ausgeprägten Regeln so zurück, dass es möglich ist, dem Begriff des Tieres folgende Form zu geben: Das Tierreich umfasst die einer willkürlichen Bewegung und Empfindung fähigen Organismen, bei denen die wesentlich organische Nahrung sowie Wasser und Sauerstoff aufnehmenden, dagegen Kohlensäure und Stickstoffverbindungen ausscheidenden Flächen im Körperinnern liegen, die ferner jene organischen Stoffe fast nur durch Oxydation umsetzen, nicht aber aus den Elementen aufbauen und hierbei die aufgenommene Spannkraft in lebendige Kraft verwandeln.

3. Die Zelle als Elementarorganismus.

§ 3. Es wurde festgestellt, dass den Tieren als Organismen die vitalen Eigenschaften der lebenden Substanz, nämlich die besondere Art der Entstehung, der Erhaltung und des Aufbaues zukommen. Diese Lebenserscheinungen offenbaren sich jedoch nicht nur am vollständigen tierischen Individuum, sondern auch in Teilen von ihm, deren Zusammenhang mit dem Ganzen gelöst wird, und diese Teile behalten die selbständige Lebenstätigkeit nach der Trennung auch noch mehr oder weniger lange Zeit bei. Die kleinsten Teile eines zusammengesetzten Tierkörpers, welche alle zum Leben notwendigen Fähigkeiten in sich vereinigen, heissen Zellen. Zwar hat man innerhalb dieser letzten Körperbestandteile noch weitere sie aufbauende Elemente von verschiedenartiger, oft recht verwickelter Struktur entdeckt, aber nicht nachzuweisen vermocht, dass sie für sich allein, aus dem Verbande der Zelle gelöst, alle zum eigenen Leben erforderlichen Verrichtungen ausüben können. Demnach muss bis auf weiteres der Schluss gezogen werden, dass die Zellen an sich die letzten lebensfähigen Einheiten des tierischen Organismus sind. Andrerseits gibt das Vorhandensein gesonderter, im Aussehen und auch in der Verrichtung verschiedener Formelemente in der Zelle Anlass zu der Folgerung, dass ihre Lebenserscheinungen nur durch das Zusammenwirken jener Elemente möglich sind, so wie die Leistungen eines aus Zellen aufgebauten Organismus auch erst durch deren vereinte Arbeit erreicht werden. Somit darf die Zelle selber als ein Organismus im kleinen betrachtet werden und dementsprechend die Bezeichnung Elementarorganismus führen; als solcher hat sie folgende Eigenschaften.

Das Leben der Zelle ist an eine Grundlage gebunden, die ihre Hauptmasse ausmacht und Protoplasma heisst. Von zähflüssiger Beschaffenheit verleiht es der Zelle eine — oft erhebliche — Wandelbarkeit der Form; es zeigt nur scheinbar ein homogenes Gefüge, ist aber in Wirklichkeit aus mehreren Bestandteilen von verschiedener Form, Anordnung, chemischer Beschaffenheit und Leistung aufgebaut. Die wichtigsten dieser Bestandteile sind Eiweisskörper (Proteine), die aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sowie Schwefel bestehen, und wegen der verwickelten

Zusammensetzung ihrer Molekule sehr leicht zerfallen und in andere Proteine übergehen. Ausser den Elementen Chlor, Kalium, Natrium, Magnesium, Eisen und Phosphor enthält das Protoplasma (auch „Plasma" schlechtweg genannt) immer Wasser in einer Beimengung, die gewisse Grenzen nach oben nnd unten nicht überschreitet, ohne das Leben der Zelle zu vernichten. Die Zusammensetzung des Protoplasmas ist nicht in allen Zellen gleich, sondern je nach deren besonderen Aufgaben verschieden geartet, ebenso haben die verschiedenen Formen von Organismen jeweils besonders geartetes Protoplasma.

Morphologisch unterscheidet man an der Zelle (Fig. 2) zwei wesentliche Bestandteile: den Z e l l l e i b oder das P r o t o p l a s m a im engeren Sinne (Cytoplasma; Plasma) und den Z e l l k e r n (Nucleus).

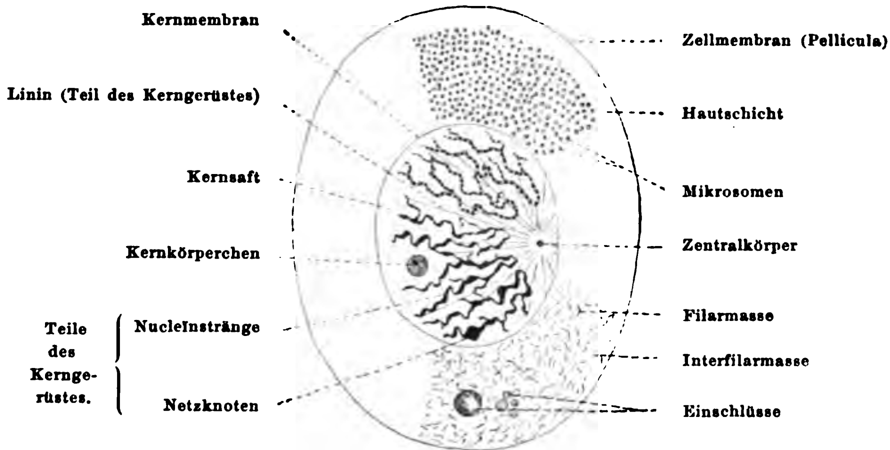


Fig. 2. Schema einer Zelle, Mikrosomen und Filarmasse nur zum Teil eingezeichnet. (Aus STÖHR.)

1. Das P r o t o p l a s m a, die Hauptmasse und die Begrenzung der Zelle bildend, lässt zwei nebeneinander gelagerte Substanzen erkennen: die ein feinmaschiges Gerüst bildende F i l a r m a s s e (Spongioplasma) und die formlose I n t e r f i l a r m a s s e (Hyaloplasma), welche die Zwischenräume zwischen den verschlungenen Fäden der ersten Substanz ausfüllt. In dem alkalisch reagierenden Protoplasma können kleine Körnchen (Mikrosomen) von Farbstoff oder Reservematerial, auch Fetttröpfchen abgelagert sein oder sich Hohlräume voll wässriger bis schleimiger Flüssigkeit (Zellsaft) befinden, auch sondert es vielfach eine den ganzen Zellleib einschliessende mehr oder minder feste Haut als Z e l l m e m b r a n ab, die jedoch ein unwesentlicher Bestandteil ist. Bei den pflanzlichen Zellen hat die Zellmembran i. A. eine besonders derbe Beschaffenheit und umgibt das Plasma mit graden Flächen, so dass die Zelle die Form eines eckigen Kästchens annimmt. Da man die Bedeutung der Zelle zuerst an Pflanzenzellen mit diesem charakteristischen Umrisse erkannte und das Gebilde nach diesem benannte, ist der von einem Nebendinge hergeleitete Name für den Grundbestandteil des organischen Lebens allgemein gebräuchlich geworden. Die F o r m des Zellleibes wechselt sehr; von der Kugelform aller Zellen in der embryonalen Zeit ausgehend, kann sie polyedrisch, zylindrisch, abgeplattet, spindel- und faserartig ausgezogen und sternförmig sein; ihre G r ö s s e schwankt von mikroskopisch kleinen Gebilden — so die im Verbande des Tierkörpers bleibenden Zellen — bis zur Grösse eines Strausseneies, denn die Eier sind ebenfalls einzelne Zellen.

2. Der Z e l l k e r n oder K e r n schlechthin. Meist nur in Einzahl vorhanden, ist er ein vom Plasma scharf abgesetztes bläschenartiges Gebilde, dessen Form ge-

wöhnlich kugelig oder ellipsoid ist, aber auch stabartig, gekrümmt, perlschnurartig oder verzweigt sein kann. Bestandteile des Kerns sind a. das Linin, ein zartes Netzwerk; dessen Lücken erfüllt: b. der Kernsaft; c. das Kerngerüst oder Chromatin (Nuclein), in Form von Fäden, Bröckchen oder grösseren Kugeln verteilt; d. das Kernkörperchen oder der Nucleolus, in einem oder mehreren Kügelchen vorhanden; d. die Kernmembran, eine die andern Teile einschliessende feine Hülle. Weil Kerngerüst und Kernkörperchen aus gewissen Farblösungen stark Farbe anziehen, stellt man sie als chromatische Substanz des Kernes dessen aus Linin, Kernsaft und Kernmembran bestehender achromatischer Substanz gegenüber, die sich schwer färben lässt.

Die Zelle kann als Elementarorganismus alle Lebenserscheinungen der Organismen überhaupt aufweisen: sie hat die Fähigkeit Nahrung aufzunehmen, zu verdauen und den Ueberschuss auszuscheiden; sie ist der Bewegung fähig u. zw. sowohl innerhalb ihres Leibes durch gegenseitige Verschiebung der Plasmateilchen wie auch zur Ortsveränderung durch Vorstrecken und Wiedereinziehen von Plasmateilen als Scheinfüsschen oder Pseudopodien (amöboide Bewegung); sie zeigt Reizbarkeit gegen äussere Einwirkungen (thermische, elektrische, chemische, mechanische Reize u. a. m.), was sich in bestimmten Bewegungen, Absonderungen von Stoffen etc. kundgibt; die Zelle erfährt Wachstum durch Aufspeicherung von unverbrauchten Stoffwechselerzeugnissen; wenn das Wachstum ein gewisses Mass überschreitet, so erfolgt Fortpflanzung.

Die Fortpflanzung der Zelle beruht auf Teilung des Kernes und darauf des Plasmas, welche Teilung auf zwei sehr verschiedene Weisen geschehen kann. Die häufigste Art ist die Mitose oder Karyokinese, auch indirekte Zellteilung genannt, weil ihr tiefgreifende räumliche Verschiebungen im Kerne vorausgehen (Fig. 2A). In Zellen, die sich zur mitotischen Teilung anschicken, zeigt sich als besonderer Teil das Centrosoma (Fig. 2) oder der Zentralkörper, ein winziges, dem Kerne dicht anliegendes Kügelchen. Dann sammelt sich das Chromatin und der Nucleolus zu einem langen aufgeknäuelten Faden an, der sich weiter in eine Anzahl gleichlanger Teilstücke (Chromosomen) zerlegt (Fig. 2 A a); die Anzahl dieser Chromosomen ist je nach der Tierart verschieden, aber für alle Zellen einer Tierart dieselbe. Nachdem sich inzwischen das Centrosoma verdoppelt hat und die beiden neuen Centrosomen auseinander gerückt sind, greift im Plasma um jedes von ihnen eine strahlenförmige Anordnung feiner Fäden Platz, die Strahlenfigur, und eine andere, die Kernspindel, verbindet beide Centrosomen als ein fischreusenähnlicher Doppelkegel von Fäden, dessen Spitzen die beiden Centrosomen berühren. Schliesslich sind die Centrosomen soweit auseinander gewichen, dass sie als „Polkörperchen“ in dem Zellellipsoid die Lage der beiden Brennpunkte einnehmen (Fig. 2 Ab). Während der letztgeschilderten Vorgänge haben unter Auflösung der Kernmembran die Chromosomen die Form von Winkeln oder Schleifen (Kernschleifen) angenommen und ordnen sich um die Achse der

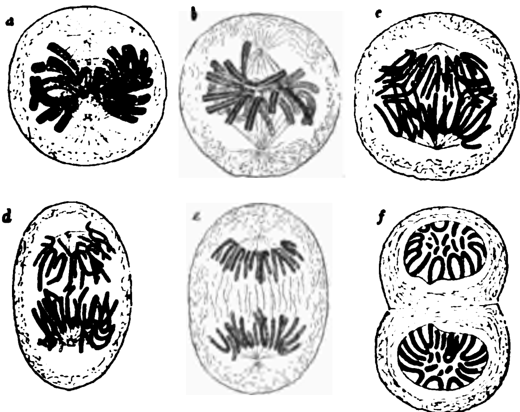


Fig. 2A. Zellteilung. Erklärung s. Text (nach RABL aus R. HERTWIG).

Kernspindel derart an, dass ihre Scheitelwinkel gegen diese, ihre Schenkel aber gegen die Peripherie einer Aequatorialebene gerichtet sind, die man sich senkrecht auf der Spindelachse denken kann (Fig. 2 A b). Die eigentliche Teilung setzt jetzt mit einer Längshalbierung und damit Verdoppelung jeder Kernschleife ein (Fig. 3 A c), worauf die eine Hälfte gegen das eine Polkörperchen, die andere gegen das andere zuwandert, wie von diesen angezogen; beidé nunmehr polständigen Chromosomengruppen bleiben aber durch die Kernspindel in Verbindung (Fig. 2 A d, e). Während endlich die Chromosomen wieder in Chromatinkörner zerfallen und jede Polgruppe durch Ausscheidung einer Membran zu einem normalen Kerne wird, Strahlenfigur und Kernspindel aber verschwinden, schnürt eine äquatoriale Ringfurche allmählich die alte Zelle durch, sodass sie in zwei Zellen mit je einem Kerne zerfällt, womit die Teilung vollzogen ist (Fig. 2 A f).

Die andere, viel seltnere Teilungsform -- sie findet sich z. B. im Eierstocke der Wanzen — heisst die amitotische oder direkte, weil sich der Kern ohne die verwickelten Vorbereitungen der Mitose einfach hantel- oder sanduhrförmig einschnürt und dann in zwei Hälften zerfällt, worin ihm der Zellleib folgt.

Der Tod einer Zelle tritt ein, wenn ihre Lebenstätigkeiten andauernd unterbunden werden, z. B. durch Gifte, Wasser- und Sauerstoffentziehung, oder auch, sobald ihre besondere Aufgabe erfüllt ist, z. B. bei Drüsenzellen die Absonderung. Das Absterben äussert sich in Trübung, Quellung, Zerfall des Plasmas, Zerreissen der Zellhaut mit Austritt des Zellleibes u. dergl.

4. Die Zelle als Tier.

§ 4. Die vollkommene Fähigkeit der Zelle, sich als einfachster, elementarer Organismus vermöge ihres besonderen Baues selbständig zu erhalten und auch fortzupflanzen, offenbart sich in dem Vorkommen zahlreicher einzelliger Tiere (Protozoen, Monoplastiden, Urtiere). Der Bau dieser einfachsten Tiere weist jedoch schon Besonderheiten auf, die zu den verschiedenen Lebensverrichtungen in zweckentsprechender Beziehung stehen, sodass die Gliederung des Protoplasmas einen höheren Grad erreicht als er je an den Zellen mehrzelliger, höherer Tiere (Metazoen, Polyplastiden) beobachtet wird. Solche besonderen Zwecken dienenden Teile des Zellleibes der Protozoen heissen Organellen im Anklang an die entsprechenden Zellverbände höherer Tiere, die Organe.

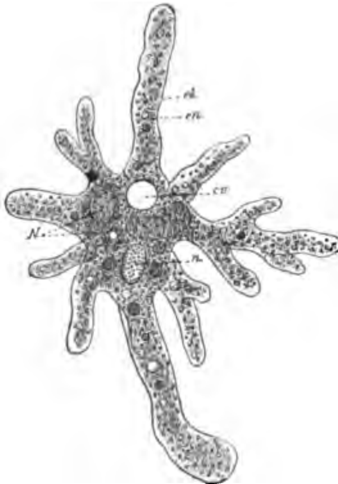


Fig. 3. *Amoeba proteus.* *ek* Exoplasma, *en* Endoplasma, *n* Nahrungskörper, *cv* kontraktile Vakuole, *n* Kern (nach LEIDY aus R. HERTWIG).

Vom Wesen der Einzelligen möge zunächst die Form der Amöbe einen Begriff liefern (Fig. 3). Ihr Zellleib besteht aus einem zähflüssigen Protoplasma, das in eine oberflächliche, dünne Schicht, das Exoplasma, und das in ihr eingeschlossene Endoplasma gesondert ist. Jenes ist stärker lichtbrechend, zähflüssiger und klar, dieses dünnflüssiger und erscheint durch viele kleine Körner trübe, auch enthält es vielfach Einschlüsse von Fett, Oel, Stoffwechselgebilden, Nahrungsteilchen, Flüssigkeitstropfen etc. Die Amöbe streckt hie und da kurze fingerförmige Fortsätze ihres Körpers aus, die Scheinfüsschen oder Pseudopodien, deren ungefähre Zahl und Form nach den Arten verschieden ist. Im Endoplasma liegt der meist einfache Kern

und — dem Rande genähert — eine Organelle, die kontraktile oder pulsierende Vakuole. Als ein mit Wasser, das wahrscheinlich Exkrete gelöst enthält, gefüllter Hohlraum wird sie durch das Zusammenrinnen vieler kleiner Tröpfchen gebildet, um von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit entweder nach aussen oder in das Protoplasma ruckartig zu entleeren, worauf sich letzteres an ihrer Stelle zusammenschliesst. Zur Ortsbewegung benutzt die Amöbe ihre Pseudopodien, indem sie diese in der Bewegungsrichtung vorfliessen und dann das übrige Protoplasma nachfliessen lässt („amöboide Ortsbewegung"), ebenso zur Nahrungsaufnahme, wobei ein ruhender Fremdkörper von den Pseudopodien umflossen oder in den Körper hineingezogen wird. Wenn diese einbezogenen Fremdkörper als Nahrung dienen können, z. B. Bakterien, mikroskopisch kleine Algen, Aufgusstierchen etc., so werden sie der Verdauung unterworfen, indem sich um sie im Endoplasma Nahrungsvakuolen bilden, d. h. wassergefüllte Hohlräume, in die sich vom umgebenden Plasma her verdauende Säuren und Fermente abscheiden. Nach Assimilation der verwertbaren Stoffe werden die Reste als Kot ausgestossen. Auch Reizbarkeit zeigt die Amöbe, da sie sich gegen mechanische, elektrische, chemische Reize, gegen Licht und Wärme etwas verschieden verhält. Die Fortpflanzung geschieht durch Teilung in zwei gleichgeartete Teile, gelegentlich auch durch Hervorbringung anders gearteter Nachkommen, durch Sporenbildung (Sporulation). Hierbei scheidet die zur Kugel zusammengezogene Amöbe eine Hülle (Zyste) um sich aus — sie enzystiert sich —, dann zerfällt ein besonderes, bei der Sporulation im Protoplasma vorkommendes Gebilde, der Nebenkörper, in zahlreiche Stücke, denen sich die Teile des sich ebenfalls zerlegendes Kernes zugesellen. Die aus je einem neuen Nebenkörper und Kern gebildeten Paare umgeben sich mit einer Portion Protoplasma, bilden daraus einen ovalen Zellleib, der mehrere lange bewegliche Haare (Geisseln) trägt und durchbrechen schliesslich die Cyste, um als freigewordene Zellen auszuschwärmen (Fig. 4). Jedes Einzelwesen dieser der Mutterzelle sehr unähnlichen Brut kann sich auf mitotischem Wege verdoppeln, doch erlangen die neuen Teilstücke wieder die Amöbenform.

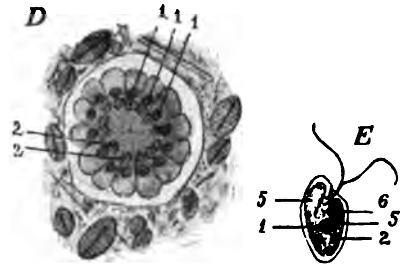


Fig. 4. *Paramoeba eilhardi* Schaud. D Sporenbildung im Zystenzustand, E der aus der Spore hervorgehende Flagellatenzustand. 1 Nebenkörper, 2 Kern, 5 Chromatophoren, 6 Stärkekörner (nach SCHAUDINN aus LANG).

Wesentlich vielseitiger ist der Aufbau anderer Protozoen, die man als Strahltierchen oder Radiolarien bezeichnet. Ihr kugeliger Zellleib wird durch eine ziemlich feste, ebenfalls kugelige Kapsel in zwei Teile, die Zentralkapsel und das extrakapsulare Protoplasma geschieden (Fig. 5). In der Zentralkapsel befindet sich der grosse Kern und das intrakapsulare Plasma, das allerhand Einschlüsse von Fett, Oel, Eiweiss sowie Hohlräume bergen kann, jedoch fehlt den Radiolarien immer die kontraktile Vakuole. Das durch Oeffnungen der Zentralkapsel mit dem intrakapsularen Plasma in Verbindung stehende extrakapsulare gliedert sich in einen Mantel aus schaumig-blasiger Gallerte und ein festeres Flechtwerk von Protoplasmafäden, die jene Gallerte durchziehen und nach aussen in lange, sehr dünne Pseudopodien ausstrahlen; letztere kleben bei gegenseitiger Berührung vielfach aneinander und bilden Netze oder Verzweigungen (Anastomosen). Zwischen dem plasmatischen Flechtwerk ruhen oftmals viele kleine einzellige Algen von gelber Farbe (Zooxanthellen), die mit dem Radiolar in ständiger Gemeinschaft leben; ersteres ist auch die eigene Bildungsstätte der kieseligen Skelettbildungen, die in wunderbarer Formenfülle die Strahltiere auszeichnen (Fig. 17). In ihren Lebensverrichtungen verhalten sich die

Radiolarien etwas anders als die Amöben: im Seewasser schwebend vermögen sie keine tätigen Bewegungen auszuführen, sondern nur durch Veränderungen ihres Eigengewichtes zu steigen oder zu sinken, wobei sie äusseren Reizen stattgeben; die Nahrungsaufnahme und Verdauung findet nur im extrakapsularen Plasmanetz statt, die Fortpflanzung grösstenteils unter Sporenbildung.

Als dritte Form der Einzelligen mögen die Wimperinfusorien *(Ciliata)* gelten, wie sie das im stehenden Süsswasser sehr häufige Pantoffeltierchen *(Paramaecium caudatum)* verkörpert (Fig. 6).

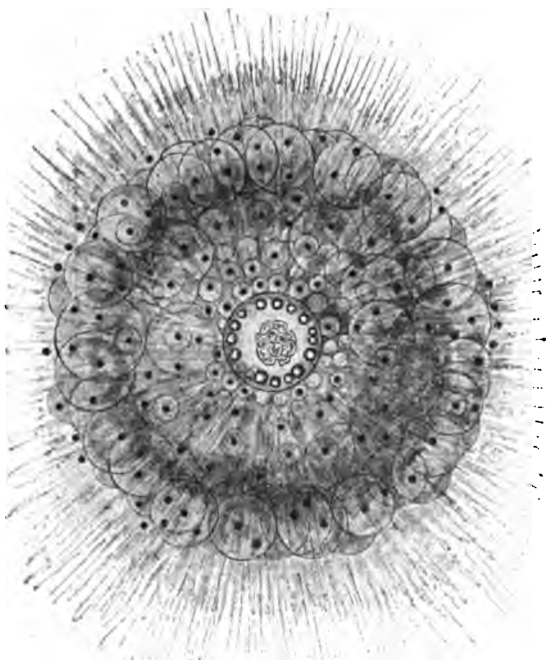


Fig. 5. *Thalassicolla pelagica.* Im Zentrum der Kern mit gewundenem Nucleolus, darum die Zentralkapsel mit Oelkugeln, um diese das extrakapsulare Protoplasma mit blasigen Vakuolen, gelben Zellen (schwarz) u. Pseudopodien (a. R. HERTWIG).

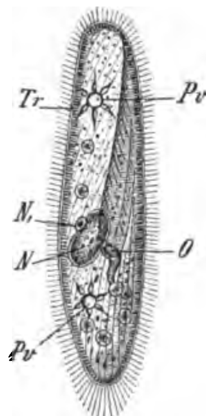


Fig. 6. *Paramaecium caudatum,* von der Ventralseite gesehen. *O* Mund, *Pv* pulsierende Vakuolen. *N* Macronucleus, *N*1 Micronucleus, *Tr* Trichozysten (nach SCHEWIAKOFF a. CLAUS-GROBBEN).

Der länglich-spindelförmige Zellleib weist eine ausgebildete Vorder-, Hinter-, Rücken- und Bauchseite auf. Letztere ist durch eine von links her nach hinten und innen sich ziehende Einsenkung in Form eines zusammengedrückten Trichters ausgezeichnet (Peristom), die nach hinten verschmälert in der Tiefe schliesslich durch einen Zellmund in ein gebogenes blindes Rohr, den Zellschlund führt. Ohne Verbindung hiermit ist der After, den man am hinteren Körperende während des Austritts von Kotballen als Schlitz erkennen kann. Dem Vorder- und Hinterende genähert liegt je eine pulsierende Vakuole mit besonderer Oeffnung; ihr Zusammensickern erfolgt aus mehreren langgezogenen Tröpfchen, die sie strahlenförmig umgeben. Im Exoplasma ist aussen eine festere Schicht, Pellicula, zu unterscheiden, deren Vorhandensein die bestimmte, immer wiederkehrende Gestalt des Paramaecium bedingt; sie trägt einen Besatz von gleichmässig langen Wimperhaaren oder Cilien — Organellen der Ortsbewegung und des Nahrungserwerbes. Ungleich den Scheinfüsschen der Amöben und Radiolarien sind die Cilien unveränderlich in der Form und schwingen in raschem Tempo in einer Richtung, wodurch sie einerseits den Körper vorwärts treiben, andrerseits die sehr feinen Nahrungs-

teilchen in das Peristom und den Schlund hineinstrudeln. In letzterem wird die Beute durch ein der Länge nach vorragendes, zartestes Häutchen, die undulierende Membran, das wellenförmige Bewegungen ausführt, zum Munde geführt, um ins Endoplasma einzutreten. Hier bilden sich um die Nahrungsballen besondere wasserhaltige Nahrungsvakuolen, die von dem immerfort langsam im Zellkörper herumkreisenden Endoplasma mitgeführt werden; schliesslich, nach vollendeter Verdauung, langen sie mit den Kotballen am Zellafter an, wo die Ausstossung der Reste geschieht. Wie die vorhin besprochenen Protozoenformen zeigen sich auch die Wimperinfusorien reizempfindlich. Für ihre Fortpflanzungsweise ist es von Wichtigkeit, dass sie zwei Arten Kerne besitzen, den Grosskern (Macronucleus) und ein bis zwei winzige Kleinkerne (Micronuclei). Die Vermehrung erfolgt als Teilung durch eine sich quer durchschnürende mittlere Furche, wobei sich der Grosskern amitotisch, der Kleinkern aber mitotisch teilt.

Bei den Protozoen gibt es noch einen besonderen Lebensvorgang, der mit der Fortpflanzung selber nichts zu tun hat, wohl aber für eine gesteigerte Fruchtbarkeit die Grundlage ist, die Konjugation. Sie bezweckt den wechselseitigen Austausch von chromatischer Kernmasse zwischen zwei Einzelwesen und scheint damit eine Erneuerung des Protoplasmas zu bewirken, das bei fortgesetzter Teilung eines Ahnentieres in den jüngeren Sprösslingen eine allmähliche Entartung erfahren würde. Wenn z. B. zwei Pantoffeltierchen konjugieren (Fig. 7), so legen sie sich als Paarlinge (Gameten)

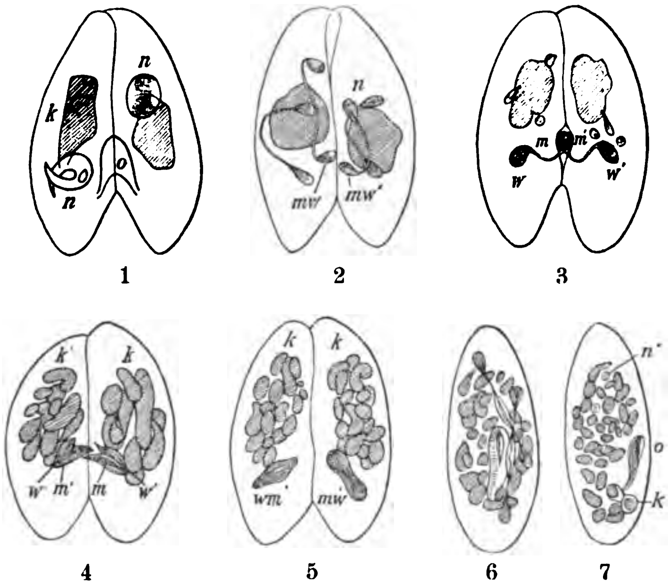


Fig. 7. Konjugation von *Paramaecium*. *o* Mund, *k* und *k'* alter und neuer Hauptkern, *n* und *n'* alter und neuer Nebenkern, *m*, *m'* männlicher Wanderkern, *w*, *w'* weiblicher stationärer Kern. 1, 2 Teilung der Nebenkerne, 3 Rückbildung der Teilstücke bis auf eins, das in *m*-*w*, bez. *m'*-*w'* zerfällt. 4,5 Austausch der Wanderkerne und ihre Kopulation mit den fremden stationären Kernen, während der Hauptkern zerfällt. 6, 7 die Paarlinge trennen sich wieder und liefern die neuen Kerne *k'* und *n'* (nach R. HERTWIG aus GOETTE).

mit den Bauchseiten, Mund gegen Mund, aneinander und ihre Kleinkerne teilen sich wiederholt mitotisch, doch werden die Erzeugnisse wieder bis auf einen, gerade beim Munde liegenden, aufgelöst. Letzterer teilt sich nochmals, worauf das eine Teilstück, der männliche Kern oder Wanderkern durch die Mundöffnungen in den anderen Paarling hinüberwandert, während das andere Teilstück, der weibliche oder stationäre Kern ins Plasma hineinrückt. Sodann verschmilzt beiderseits

der eingedrungene Wanderkern mit dem stationären zu einem neuen Micronucleus, der dann konjugierter Kern oder Frischkern heisst, womit die Konjugation vollzogen ist. Danach trennen sich die Paarlinge von einander, worauf noch in jedem eine völlige Erneuerung des Grosskerns in der Weise vor sich geht, dass er zerfällt und seine Reste sich im Protoplasma auflösen, während der Frischkern durch eine umständliche Teilung in einen neuen Macro- und Micronucleus zerfällt.

Aus den vorgeführten Beispielen lässt sich über den Bau der einzelligen Tiere entnehmen, dass sie Stufen der Entwicklung vom Schema der einfachsten Zelle überhaupt bis zu Gebilden darstellen, die im Verbande einer einzigen Zelle besondere Einrichtungen für verschiedene Zwecke besitzen und dadurch einen ziemlich verwickelten Bau aufweisen. Obwohl die Protozoen Zellleiber bis zu mehreren Millimetern Grösse besitzen können, reicht doch das Gefüge einer einzigen Zelle schliesslich nicht aus, um vielseitiger Beanspruchung zu genügen, daher ist alle höhere Entwicklung im Tierreiche nur an mehrzelligen Wesen vor sich gegangen.

5. Arbeitsteilung und Organbildung.

§ 5. An manchen Protozoen bemerkt man ausser Teilung und Sporenbildung noch eine andre Art der Fortpflanzung, nämlich die Knospung. Namentlich bei festsitzenden Urtieren vorkommend besteht sie darin, dass ein Individuum sich ein- oder mehrfach teilt, dass aber die Teilstücke zunächst kleiner sind als der Mutterkörper und vorläufig mit ihm verbunden bleiben; mit anderen Worten: die Abkömmlinge wachsen wie Knospen aus gewissen Stellen des sich vermehrenden Erzeugers hervor und bilden sich wie solche allmählich erst zum vollkommenen Zustande aus. Entweder lösen sich die Knospen frühzeitig vom Mutterkörper ab, oder aber sie bleiben zeitlebens mit ihm im Zusammenhange, sodass sich ein Zellstock oder eine Kolonie bildet. Solche — übrigens auch aus gewöhnlicher Teilung entspringende — Protozoenstöcke (Fig. 8) bestehen also aus mehr oder weniger zahlreichen, im fertigen Zustande gleichartigen Zellen von gleichen physiologischen Eigenschaften. Allein wir finden auch solche Stöcke, deren Einzelangehörige nicht völlig untereinander gleichwertig

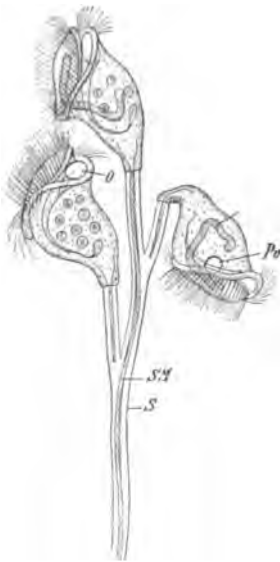


Fig. 8. *Carchesium polypinum*, Kolonie. *O* Mund, *M* Macronucleus, *Pv* pulsierende Vakuole, *S* Stiel, *Sm* Stielmuskel (nach STEIN aus CLAUS-GROBBEN).

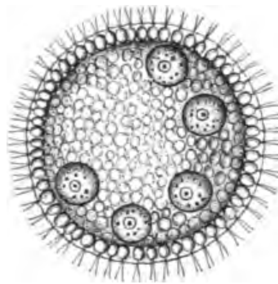
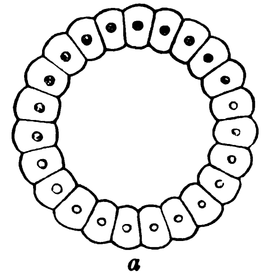


Fig. 9. Junger *Volvox minor*, dessen Körperzellen noch unmittelbar aneinanderstossen, mit fünf Fortpflanzungszellen (nach STEIN aus CLAUS-GROBBEN).



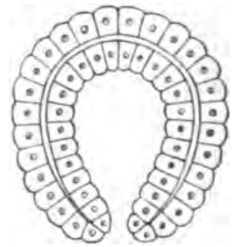


Fig. 10. *a* Blastula. *b* Gastrula schematisch (aus GOETTE).

sind, sondern Gruppen von Zellen aufweisen, deren Bau und Verrichtungen sich verschieden verhalten. So wird z. B. eine Kolonie von *Volvox* (Fig. 9) von zahlreichen kleineren, durch Plasmafäden zusammenhängenden Zellen gebildet, die für die Ernährung und Bewegung des Ganzen sorgen — sie mögen Körperzellen (somatische Zellen) heissen —, während eine geringe Anzahl grösserer von abweichender Bildung als Fortpflanzungszellen nur zur Vermehrung da ist. Es geht also in diesem Falle mit der verschiedenen Beschaffenheit der Zellen in ein und demselben Verbande ein Unterschied in den Leistungen Hand in Hand, die beide Zellarten für das Bestehen des Stockes verrichten, es ist eine Arbeitsteilung vorhanden.

Bei allen Tieren, deren Einzelwesen aus ursprünglich eng vereinigten, nicht nur nach dem Entstehen locker in einem Stocke zusammenhängenden Zellen bestehen, also bei den Metazoen ist Arbeitsteilung zwischen verschieden gearteten Zellgruppen vorhanden, jedoch entsteht sie erst im Laufe der Entwicklung jedes Tieres. Sobald nämlich ein Metazoon aus einem Eie entsteht, also auf die gewöhnliche Weise der Fortpflanzung, erwächst die Eizelle durch oftmalige Teilung zu einem Gebilde, das einschichtige Keimblase oder Blastula heisst. Hierbei bildet eine einfache Lage sich dicht berührender Zellen eine Hohlkugel (Fig. 10a), die einen als primäre Leibeshöhle (Blastozöl) bezeichneten Innenraum umschliesst. Aus der Blastula geht eine weitere Entwicklungsstufe hervor, die ebenfalls von den Metazoen durchlaufen wird, die Gastrula (Fig. 10b). Indem nämlich die zellige Schale der Blastula, Epithel genannt, sich an deren unterem Pole nach innen einstülpt und damit die primäre Leibeshöhle immer mehr verengert, legt sich endlich die untere Hälfte mit ihrer Innenfläche nahe an die der oberen, sodass schliesslich ein — freilich nicht halbkugliges, sondern mehr schlauchförmiges — Gebilde daraus wird, das aus zwei Schichten flächenhaft angeordneter Zellen, den Keimblättern, besteht (Fig. 10b). Man unterscheidet dann ein äusseres und ein inneres Keimblatt, Ektoderm und Entoderm, und nennt den Hohlraum, den nunmehr das innere Keimblatt umschliesst, die Urdarmhöhle, ihre Oeffnung als die Stelle, wo die Einstülpung der Blastula erfolgte, den Urmund; der etwa zwischen beiden Blättern verbleibende Hohlraum ist dann der Rest des Blastozöls. Mit der Gastrulabildung hat unter den vorher gleichwertigen Zellen des Metazoenkeimes eine Arbeitsteilung platzgegriffen, sodass die Zellen des Ektoderms seine äussere schützende Bedeckung liefern, die des Entoderms aber eine verdauende Darmwand bilden. Somit haben sich zwei Zellgruppen von wohlunterschiedener Lage und Verrichtung ergeben — Ekto- und Entoderm sind besondere Werkzeuge des Tierkörpers, sie sind Organe.

Als einfachste oder Primitivorgane in Gestalt von Haut und Darm kehren die beiden Keimblätter in den Anfangsstufen der Entwicklung aller Metazoen wieder. Allerdings bildet sich bei den meisten Metazoen noch eine dritte den Raum zwischen jenen füllende Zellschicht aus, die hie und da ebenfalls Flächenform annimmt, oft aber nur ein lockeres „Füllgewebe“ bildet; daher redet man gewöhnlich noch von einem dritten mittleren Keimblatte oder Mesoderm, dessen Werden jedoch viel weniger gesetzmässig und scharf ausgeprägt ist. Die später zu schildernde sekundäre Leibeshöhle (Coelom) entsteht meist im Mesoderm.

Auf der Gastrulastufe bleibt die Entwicklung einer ganzen grossen Abteilung der Metazoen, der Hohltiere *(Coelenterata)* stehen. Der hierzu gehörige gewöhnliche Süsswasserpolyp *Hydra* (Fig. 96) z. B. ist eine schlauchförmige, mit dem Pole, welcher dem Urmunde entgegensteht, festsitzende Gastrula, nur mit Fangarmen als Ausstülpungen der Leibeswand, in die sich die Urdarmhöhle verlängert; zwischen Ekto- und Entoderm ist als Mesoderm eine festere, aber strukturlose Schicht abgesondert, die

den weichen Körper stützt (Fig. 11). Insofern freilich verkörpert auch das einfachste Hohltier im fertigen Zustande einen über die oben gekennzeichnete Gastrula hinaus fortgeschrittenen Zustand, als ihr Ektoderm nicht allein als äussere Bedeckung, ihr Entoderm als verdauende Darmfläche dient, sondern beiden noch andere physiologische Aufgaben gestellt sind: die Bewegung des ganzen Körpers oder seiner Abschnitte hervorzurufen, äussere Reize wahrzunehmen, Waffen gegen Angriffe zu kehren. Um diesen Zwecken zu genügen, sind in den beiden Keimblättern wieder bestimmte Gruppen von Zellen besonders geformt und leistungsfähig gemacht, also untereinander verschieden, differenziert (Fig. 12). Die Vereinigungen von Zellen gleichen Baues bei den Metazoen heissen Gewebe, und mit der Vielseitigkeit der Lebensverrichtungen mehrt sich auch die Differenzierung von ursprünglich übereinstimmenden Zellen zu Geweben. Solche können sich dann weiter zu engerem Verbande zueinandergesellen, um Aufgaben höherer Art zu lösen, wodurch sie zu Organen werden. Organe sind also Gewebsmassen von bestimmter Form und Begrenzung, aber je nach dem einfacheren oder verwickelteren Bau des Tieres und dem Grade der Leistung wird ein Organ nur von einem oder mehreren Geweben gebildet. Das lichtempfindende Organ eines niederen Tierwesens bedarf z. B. nur eines einfachen Epithelbezirkes, während das Auge der Wirbeltiere aus mehreren Gewebsarten zusammengesetzt ist.

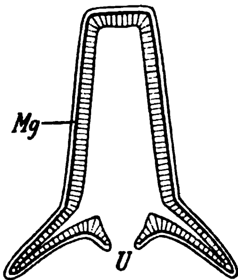


Fig. 11. Schematisches Durchschnittsbild eines Hydropolypen. *U* Urmund, zugleich bleibender Mund, *Mg* Mesodermgallerte (Stützlamelle) zwischen Ekto- und Entoderm (aus CLAUS-GROBBEN).

Im allgemeinen gilt es als Regel, dass sich die einzelnen Gewebe und Organe des Tierkörpers aus einem bestimmten Keimblatte entwickeln, sodass man ihren Ursprung je nachdem ekto-, ento- oder mesodermatisch nennt. So ist z. B. aus dem Ektoderm hervorgegangen die Oberhaut der Tiere mitsamt dem Zellbelage aller Hautdrüsen, ferner das ganze Nervensystem einschliesslich Gehirn und Rückenmark und endlich zumeist die Epithelauskleidung des vordersten und hintersten Darmabschnittes, also des Mundes und Enddarms. Entodermatisch ist z. B. fast immer der mittlere, grösste Teil des Darmrohres nebst seinen Anhangsdrüsen (Leber, Bauchspeicheldrüse), die Lungen und die Schwimmblase der Fische. Als mesodermatische Bildungen endlich betrachtet man das Blutgefässsystem nebst den Blutzellen, die Muskulatur, die stützenden Teile des Körpers, wie Bindegewebe, Knorpel und Knochen, sowie die Lederhaut der Wirbeltiere. Allerdings zeigen diese Regeln oftmalige Ausnahmen, da ein und dieselben Organe je nach der Tiergruppe aus verschiedenen Keimblättern entstehen können, ja ein Organ desselben Tieres kann von Ekto- und Entoderm geliefert werden, wie dies z. B. beim Mitteldarme der Libellen der Fall ist. Dass die Keimblätter überhaupt nicht von vornherein streng bestimmte Grundlagen für Organe von verschiedener Leistung sind, geht aus der merkwürdigen Tatsache hervor, dass man eine *Hydra* vollständig umstülpen kann, wobei Körperbedeckung und Urdarmfläche Platz und Tätigkeit austauschen, ohne die Lebensfähigkeit des Tieres abzuschneiden. Demnach darf man die Bildung der Keimblätter nur als erste örtliche, nicht aber gewebliche Sonderung der Embryonalzellen betrachten: sie sind morphologische, aber keine histologischen Primitivorgane.

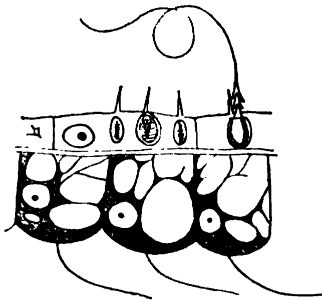


Fig. 12. Durchschnitt der Körperwand von *Hydra* mit wimperndem Entoderm und Nesselkapseln im Ektoderm (nach SCHULZE aus GOETTE).

Aus dem oben Mitgeteilten erhellt, dass dieselben Organe bei verschiedenen Tieren gleichen Ursprunges aus früh sich sondernden Embryonalzellen zu sein pflegen, wiewohl ihre Form und ihr Gebrauch mannigfache Wandlungen erfahren können. Solche Bildungen pflegt man als homologe zu bezeichnen. So sind der Arm des Menschen, das Vorderbein eines Huftiers, die Vorderflosse des Walfisches wie auch der Vogelflügel sämtlich aus derselben Grundlage, der vorderen Extremität der Wirbeltiere, hervorgegangen, und nur der abweichende Gebrauch hat sie einander unähnlich gemacht; sie sind also homologe Bildungen. Anderseits kann die Beanspruchung zu der gleichen Verrichtung verschiedenartige Organe in ähnlicher Weise ausgestalten, die dann aber nur analoge Bildungen sind. Obgleich z. B. die Schwanzflosse eines Walfisches und eines Lachses sich sehr ähneln und demselben Zwecke des Schwimmens dienen, sind sie ganz verschiedener Entstehung, ebenso die Lunge eines Wirbeltieres (Fig. 322) und einer Schnecke (Fig. 288), denn jene ist eine Ausstülpung des Darmes, diese eine Einstülpung der äusseren Haut.

Nach dem Gesagten dürfen wir den einzelligen Protozoen die Metazoen als „Gewebstiere" gegenüberstellen, und zwar werden sich die folgenden Auseinandersetzungen i. A. nur auf letztere beziehen.

6. Die Grundformen des tierischen Baues.

§ 6. Am Tierkörper gelangt die Anordnung seiner Teile nach den Richtungen des Raumes zum Ausdrucke in verschiedenen Grundformen, die eine einheitliche Lagebestimmung der Körperteile erlauben und gewissermassen den Bauplan oder die Architektonik des Leibes wiedergeben; ihre verschiedene Ausbildung richtet sich i. A. nach der Bewegungsart der betreffenden Tiere. Es gibt zwei Grundformen:

1. Die radiäre Grundform. Die danach benannten Radiärtiere besitzen mindestens einen Hauptdurchmesser, um den herum die Organe in kongruenten Teilstücken (Strahlsegmenten oder Antimeren) angeordnet sind, sodass diese miteinander vertauscht werden können. Durch den Mittelpunkt eines Radiärtieres verläuft eine einzige Achse, die zwei ungleichartige Pole verbindet und entweder von einem nicht radiär segmentierten Körper oder von einer bestimmten Anzahl von Strahlsegmenten, mindestens aber vier, umschlossen ist. Radiärtiere der ersteren Form sind vertreten durch die Gastrula (Fig. 10), die als freilebender Entwicklungszustand mancher Tiere vorkommt, in der zweiten Form durch die Hohltiere, z. B. die Quallen (Fig. 13) und die Stachelhäuter, wie Seeigel, Seesterne und Seewalzen (Fig. 292); jene zeigen eine Bewegung in der Richtung der Hauptachse, diese sind entweder mit dem einen Pole festgeheftet oder bewegen sich langsam und meist in der Richtung irgend eines Strahls.

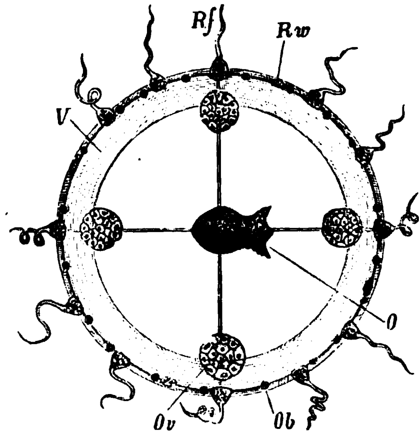


Fig. 13. Eine Hydroidqualle, vierstrahlig-radiär gebaut, vom Mundpole aus dargestellt. V Segel, O Mund, Ov Eierstöcke in den Radien, Ob Statozysten, Rf Randfäden, Rw Randwülste (a. CLAUS-GROBBEN).

2. Die bilaterale oder zweiseitig-symmetrische Grundform. Hier ist Vorder- und Hinterende sowie Rücken- und Bauchseite verschieden, sodass auf der Längsachse, die ungleiche Pole verbindet, eine ebensolche Höhenaxe und eine gleichpolige Querachse senkrecht stehen. Daher lässt sich der Körper eines Bilateraltieres niemals in kongruente, auszutauschende Strahlsegmente zerlegen, sondern nur mittelst

einer durch die Längs- nnd Höhenachse gelegten Ebene in zwei symmetrische Längshälften teilen, die sich spiegelbildlich gleichen (Fig. 14). Bilateraltiere sind infolge gleichmässiger Verteilung der Körperlast zu beiden Seiten einer Längsachse zu schneller gradliniger Bewegung in der Richtung der letzteren befähigt; zu ihnen gehören die Würmer, Glieder-, Weich- und Wirbeltiere.

Als Vorderende (Oralende) eines Bilateraltieres bezeichnet man den in der Nähe des Mundes befindlichen Pol; als Hinterende (aborales oder caudales Ende) den afternahen Pol; die bei der Ortsbewegung in der Regel nach oben gerichtete Seite heisst Rücken- oder Dorsalseite, der die Bauch- oder Ventralseite entgegengesetzt ist, daher die beide verbindende Höhenachse auch Dorsoventralachse genannt wird. Als Median- oder Sagittalebene gilt die in Längs- und Höhenachse fallende, als Transversalebene die in Längs- und Querachse fallende Schnittfläche (Fig. 14). Die seitlich der Medianebene liegenden Teile heissen laterale, die dem Mittelpunkte des Tierkörpers näherliegenden proximale, die entfernteren distale. Wenn sich am Vorderende ein besonderer, namentlich als Sitz von Mundöffnung und Sinnesorganen kenntlicher, Abschnitt sondert, so stellt er den Kopf, die hinter ihm vereinigte Körpermasse den Rumpf dar. Beide können paarige Anhänge tragen, z. B. die Fühler bei Schnecken und die Fussstummel bei höheren Würmern; falls jene noch in sich gegliedert und von einem festen Skelette gestützt sind, nennt man sie Gliedmassen, wie solche die Fühler, Kiefer und Beine der Gliedertiere und die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere sind.

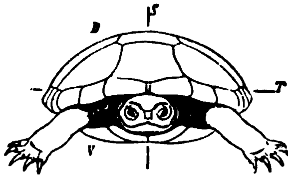


Fig. 14. Schildkröte, bilateralsymmetrisch, in der Richtung der Hauptachse von vorn gesehen. *S* Sagittalebene, *T* Transversalebene, *D* Dorsalseite, *V* Ventralseite (aus CLAUS-GROBBEN).

Um die Lage und Richtung der Organe kurz und unzweideutig bestimmen zu können, denkt man sich einen festen Mittelpunkt des Körpers wie in Fig. 15, auf den man alle Körperteile in ihrer Lage bezieht. Dann ist die Basis (Grund) eines Organs sein dem Mittelpunkte nächster Rand, der Apex (Spitze) sein fernster, wobei es gleichgültig ist, ob jedes von ihnen vor oder hinter dem Zentrum liegt. In Fig. 15 liegt z. B. der Apex A der Fühlhörner vor der Basis B, mit dem letzten Hinterleibsring 2 ist es umgekehrt. Zur Bezeichnung der Richtung verwendet man die Ausdrücke proximad und distad; demnach ist die Beinschiene 1 distad (nach A hin) verbreitert, die Vorderflügel proximad (nach B hin) verschmälert. Ferner soll in jeder Beschreibung die rechte und linke, Ober- und Unterseite stets die Bezeichnung behalten, die ihr bei normaler Körperhaltung des Tieres zukommen würde, auch wenn man die Stellung des betreffenden Objekts ändert.

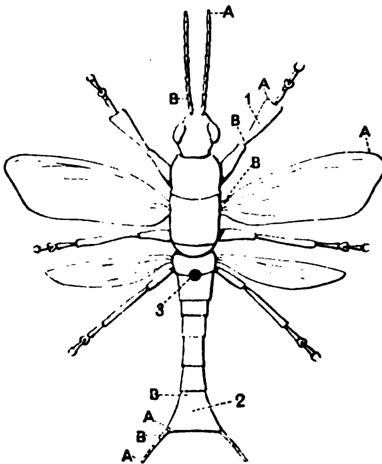


Fig. 15. Schema eines Insekts. A Apex, B Basis, 1 Beinschiene, 2 letztes Hinterleibssegment, 3 Mittelpunkt (aus SHARP).

Da die Lebensverrichtungen der Bilateraltiere die möglichste Erhaltung der Gleichgewichtslage erfordern, sind die unpaaren äusseren wie inneren Organe in der Medianebene untergebracht, doch veranlasst sowohl besondere Lebensweise eine äussere Abweichung von jener Einrichtung wie auch physiologische Veranlassung eine innere. Aeussere Asymmetrie weist z. B. der spiralig aufgewundene und nach der

einen Seite gesunkene Eingeweidesack der Schnecken auf (Fig. 287) oder die Augenstellung der Plattfische (Fig. 356), innere Asymmetrie die Knäuelung des Darmes bei vielen Tieren und dem Menschen.

Zu der Bilateralsymmetrie gesellt sich bei mehreren grossen Abteilungen der Tiere, nämlich den Ringelwürmern, Glieder- und Wirbeltieren, noch die Segmentierung oder Metamerie. Sie besteht darin, dass der Körper innerlich und oft auch äusserlich quer zur Hauptachse in aufeinanderfolgende gleichartige Abschnitte gegliedert ist, die Segmente oder Metameren. Eine ausgebildete Metamerie kann alle wichtigen inneren Organe betreffen, sodass jedes Metamer einen gesonderten Darmabschnitt, ein paar Nervenknoten und ebensoviel Exkretionsorgane besitzt. Bei äusserlich ausgeprägter Metamerie sind die Segmentgrenzen durch Einschnitte der Körperbedeckung angedeutet, wobei sich aber stets ein Kopf- und ein Endsegment von den Rumpfsegmenten unterscheiden lassen. Sobald alle Rumpfsegmente gleichgebaut sind, ist das Tier homonom segmentiert, wie es die fusslosen Regenwürmer und die Tausendfüsser (Fig. 148) zeigen; wenn dagegen Gruppen von Segmenten sich an verschiedene Verrichtungen anpassen, so pflegen sie sich auch abschnittsweise verschieden auszubilden oder selbst zu verschmelzen, sodass sich eine Bildung von Regionen als heteronome Segmentierung einstellt. Heteronom segmentiert sind die meisten Gliederfüssler, z. B. die Insekten mit Kopf, Brust und Hinterleib (Fig. 15). In zweiter Linie können wieder die Körperregionen heteronomer Tiere in sich segmentiert sein u. zw. ebenfalls homo- oder heteronom (Fig. 16).

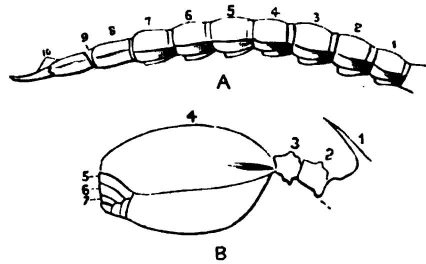


Fig. 16. A Homonom gegliederter Hinterleib von *Japyx*, einem apterygoten Insekt, und B hochgradig heteronom gegliederter von *Cryptocerus*, einer Ameise. Die Segmente sind von vorn nach hinten gezählt (aus SHARP).

7. Chemische Zusammensetzung des Tierkörpers.

§ 7. Von den Stoffen, welche den Tierkörper aufbauen, hat das Wasser die höchste Bedeutung für die Erhaltung des Lebens. Die Aufnahme und Verbreitung von Stoffen wie auch die Ausscheidung von Stoffwechselresten im Zellkörper geschieht durch Diffusion, getragen vom Wasser, und für die Erhaltung des dem Protoplasma eigenen festflüssigen Aggregatzustandes ist ein gewisser Wassergehalt erforderlich. Daher findet man im lebenden und im typischen Stoffwechsel begriffenen Tierorganismus stets einen für die Tierart bestimmten hohen Gehalt an Wasser, der sich bei Metazoen allerdings auf die einzelnen Organe verschieden verteilt; so beträgt die Gesamtmenge des Wassers im menschlichen Körper rund 58%, während die Knochen davon bis zu 16%, das Muskelfleisch aber 75%, der Glaskörper des Auges sogar 98% enthalten. Gewisse niedere Tiere können dagegen auch nach bedeutendem Wasserverluste ihrer Zellen weiterleben, sie überstehen das Austrocknen längere Zeit, selbst jahrelang, unter fast völligem Ruhen des Lebensvorganges. Dahin gehören manche Protozoen des Süsswassers, namentlich Amöben, ferner kleine Rundwürmer wie das Weizenälchen *(Tylenchus tritici)*, gewisse Rädertierchen und das mit den Milben verwandte Bärtierchen *(Macrobiotus)*.

Dem Wassergehalte steht die Trockensubstanz des Tierkörpers entgegen, die durch gänzliches Vertreiben des Wassers nach Auspressen und andauernder Erhitzung gewonnen wird. Aus ihr kann man durch weiteres Erhitzen die verbrennlichen organischen Stoffe entfernen, um die anorganischen als mineralische Aschenbestandteile zu erhalten. Unter diesen sind gewisse chemische Grundstoffe in der

Asche sämtlicher Tiere enthalten, während andere sich nur in einzelnen Arten finden, noch andere nur gelegentlich als zufällige Beimengungen auftreten. Aus ständig vorkommenden, von den Tieren aus der Nahrung oder in Lösung mit dem Wasser aufgenommenen Mineralstoffen sind die folgenden hervorzuheben:

Chlornatrium (Kochsalz) ist in allen den Körper durchtränkenden Flüssigkeiten, namentlich aber im Blute gelöst, vorhanden.

Chlorkalium, Schwefel und Phosphor enthält das Eiweiss der Muskeln.

Eisen hat als wichtigster Bestandteil des roten Blutfarbstoffes (Hämoglobin) eine hohe Bedeutung für die Atmung, ferner ist es aufgespeichert namentlich in der Leber, den Hautbedeckungen und den Eiern.

Um weichen, der Stütze bedürftigen Geweben ein festes Gerüst zu geben, sind als inkrustierende Substanzen niedergelegt:

Kieselsäure; wesentlich nur bei niederen Tieren, wo sie die wunderbar zierlich erbauten Skelette der Radiolarien (Fig. 17) und der Kieselschwämme liefert.

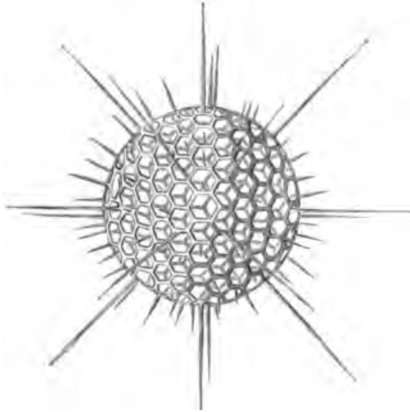


Fig. 17. Kieselskelett von *Heliosphaera echinoides* (nach HAECKEL aus CLAUS-GROBBEN).

Calcium findet sich einerseits in Verbindung mit Kohlensäure als Calciumkarbonat in den oft sehr massigen Skelettbildungen und Schalen der wirbellosen Tiere, z. B. der Stachelhäuter, Krebse und Weichtiere, und in der Vogeleischale, andrerseits an Phosphorsäure gebunden als neutrales Calciumphosphat in den Knochen der Wirbeltiere.

Magnesium ist ebenfalls als Phosphat im Zahnbein (Dentin) der Säugetiere enthalten, während dessen steinharter Ueberzug, der Schmelz, aus

Fluorcalcium besteht.

Weit mannigfaltiger als die Aschenbestandteile sind dagegen die verbrennlichen Stoffe vertreten, zudem sind sie vielfach von so verwickeltem und dem Zerfall so ausgesetztem Aufbau, dass sich ein System der organischen Bestandteile der Tierleiber bei weitem noch nicht aufstellen lässt. Wohl aber können wir jene in drei grosse Gruppen chemischer Natur sondern, von denen fast in jedem Tiere irgendwelche Angehörige zum Aufbau und zur Erhaltung beitragen: Kohlenhydrate, Fette und Eiweiss- oder Proteinstoffe. Da die ersten beiden nur aus den Elementen C, H, O bestehen, während die Eiweisskörper dazu noch N besitzen, sondert man sie als stickstofffreie Nährstoffe von den stickstoffhaltigen, den Proteinstoffen.

I. Die Kohlenhydrate lassen sich wieder in folgende drei Gruppen einteilen:

1. Die einfachen Zucker (Monosaccharide oder Glykosen), fast nur durch den Traubenzucker (Dextrose) vertreten, der sich im Blute und in anderen Körperflüssigkeiten findet.

2. Die Doppelzucker (Disaccharide oder Saccharosen), die als Milchzucker (Laktose) reichlich in der Milch der Säugetiere enthalten sind.

3. Von den Polysacchariden enthält der Tierkörper: Glykogen, eine tierische Stärkeart, die im Blut und den Muskelzellen vorkommt, sehr reichlich aber sich bei guter Ernährung in der Leber als ein Reservestoff anhäuft, der bei mangelnder Nahrungszufuhr wieder aufgezehrt wird; einige Weichtiere und parasitische Würmer (Spul- und Bandwürmer) haben besondere Mengen davon in ihrer Leibesmasse. Die

im Pflanzenreiche so häufige Cellulose kommt als schützende Umhüllung vor, so als Bestandteil des Chitinpanzers der Insekten und als Mantelbildung bei den Tunikaten.

II. Während die Kohlenhydrate weit stärker in den Pflanzen ausgebildet sind als im Leibe der Tiere, ist dies mit der anderen stickstofffreien Gruppe, den Fetten, umgekehrt, und zwar haben sie die Bedeutung eines kraftsammelnden Ueberschusses des Stoffwechsels, der nach reichlicher Ernährung in den Zellen des Bindegewebes aufgespeichert wird und einen grossen Bruchteil des Körpergewichtes ausmachen kann. Ausserdem kann das Fett in feinster Verteilung als Emulsion in Flüssigkeiten, z. B. in der Milch und im Eidotter, enthalten sein. In der Regel aus den chemischen Körpern Tristearin, Tripalmitin und Trioleïn gemischt, sind die Fette je nach dem Reichtum an den beiden ersteren Stoffen entweder fester, talgartig oder beim Vorherrschen des letzten flüssiger, ölartig. Als besondere Fettarten können noch das Wachs der Bienen und mancher Schnabelkerfe, das Walrat aus dem Kopfe des Pottwals und das von der Haut abgesonderte und deren Gebilden (Haaren, Federn, Hufen) anhaftende Wollfett gelten.

III. Die Proteinstoffe, die an Menge wie an Bedeutung für den Lebensvorgang wichtigsten Bausteine, enthalten ausser den vier Elementen C, H, O, N meistens noch S, oft auch P. Auch sie geben Anlass zu folgender Gruppenbildung:

1. Die Proteine i. e. S. oder Eiweisskörper, an erster Stelle unter den Bildungsmaterialien für den Organismus stehend, enthalten stets Schwefel. Zu ihnen gehören als Albumine die eigentlichen „Eiweisse" der Eier, des Blutserums und der Milch, die Globuline, namentlich für die Zusammensetzung der roten Blutkörperchen und Muskelfasern bedeutungsvoll und die phosphorhaltigen Nukleoalbumine als Eiweisskörper der Zellen und zwar besonders des Zellkernes; eins dieser Nukleoalbumine ist der aus zerfallenen Zellen der Milchdrüsen hervorgehende Käsestoff der Milch, das Caseïn. Wenn die drei vorgenannten Arten von Proteinen sich mit Alkalien vereinen, so entstehen als salzartige Verbindungen die Albuminate, durch Einwirkung von Mineralsäuren oder gewissen Verdauungssäften auf Proteine aber die Albumosen und Peptone, beides wichtige Umwandlungsstufen eiweisshaltiger Nahrung während der Verdauung.

2. Unter Proteiden versteht man besondere Verbindungen von Eiweiss mit gewissen nicht eiweissartigen, aber ebenfalls hochzusammengesetzten organischen Substanzen. Die hierhergehörigen Mucine oder Schleimstoffe werden von den Schleim- und Speicheldrüsen der Wirbeltiere erzeugt, kommen aber auch im Schneckenschleim und in der Hülle der Amphibieneier vor. Ein Proteid ist ferner das Hämoglobin, der eisenhaltige rote Farbstoff des Blutes.

3. Als Albuminoide fasst man chemisch schwer bestimmbare Abkömmlinge des Eiweisses zusammen, die nur der Tierkörper zu erzeugen vermag und als organische Gerüste und Bedeckungen verwendet. So die Keratine als Grundsubstanzen der Hautgebilde, wie Haare, Federn, Nägel, Hufe, Hörner, Schuppen u. s. w., die Kollagene, welche die leimgebende Unterlage der Knochen und des faserigen Bindegewebes sind, das Spongin als Gerüstsubstanz der Hornschwämme, das Konchin, welches organische Grundlage der Molluskenschalen ist, und das weitverbreitete Chitin, das den Hautpanzer der Gliedertiere, namentlich der Insekten, liefert.

8. Die Gewebe.

a. Allgemeines.

§ 8. Aus den gleichartigen Zellenlagen der Gastrula bilden sich in Anpassung an verschiedene physiologische Tätigkeiten Differenzierungen von Zellen heraus, die

Gewebe. Zwar sind die Bestandteile dieser verschiedenartigen Zellgruppen unter sich gleich, aber die Bezeichnung „Gewebe“ darf nicht dahin verstanden werden, dass die ein solches bildenden Zellen immer verwebt sein, einen geschlossenen Verband darstellen müssten, vielmehr können neben Gewebsarten, die aus eng sich berührenden oder sogar mittelst protoplasmatischer Interzellularbrücken in Verbindung gebrachten Zellen bestehen, solche vorkommen, die zusammenhangslose Einzelzellen als tätige Grundlage haben, wie das Blut. Ferner werden von manchen Gewebszellen Abscheidungen geliefert, die bald zusammenfliessen, wie gewisse hautähnliche (kutikulare) Gebilde und Schalen, oder Gerüste und Skelettteile sind, immer aber besondere Lebensverrichtungen haben; auch diese Zellprodukte, die den Zusammenhang mit dem erzeugenden Zellverbande verloren haben, müssen unter die Gewebe gerechnet werden, obwohl sie nichtzelliger Natur sind. Demnach hat man unter Geweben sowohl die Differenzierungen als auch gewisse Erzeugnisse von Zellen zu verstehen.

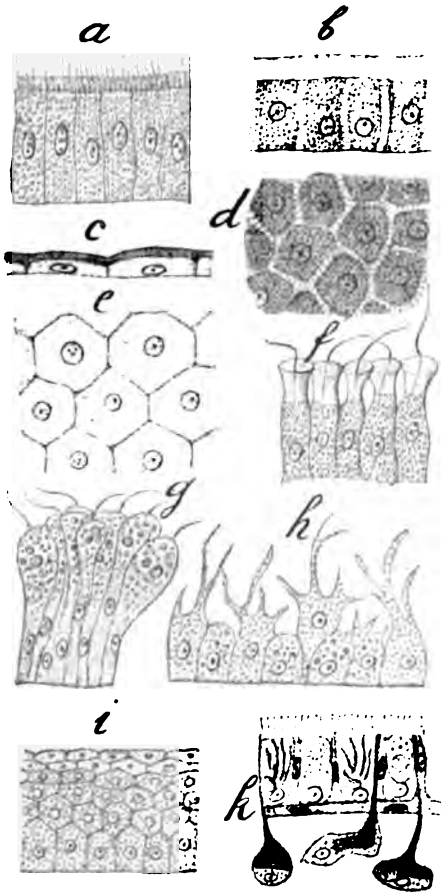


Fig. 18. Verschiedene Formen von Epithelien. *a* Wimperepithel, *b* Zylinderep. im Profil, *d* von der Fläche, *c* Plattenepithel, *e* von der Fläche, *f* Epithel von Kragenzellen mit Geisselhaaren, *g* Geisselepithel, *h* Epithel von Darmzellen mit amöboiden Fortsätzen, *i* mehrschichtiges Epithel, *k* Körperepithel einer Meeresplanarie mit 2 Pigmentzellen, 2 Stäbchenzellen, 4 Stütz- und 3 unter das Epithel verlagerten Drüsenzellen (aus LANG).

Es werden gewöhnlich vier Hauptgewebe unterschieden: 1. Epithelgewebe; 2. Binde- oder Stützgewebe; 3. Muskelgewebe; 4. Nervengewebe. Dazu kommen: 5. freie Zellen; 6. Keim-(Genital)zellen; 7. im Tierkörper enthaltene Fremdkörper.

b. Epithelgewebe.

§ 9. Die zum Epithelgewebe zusammentretenden Zellen, Epithelzellen, sind scharfbegrenzt, wenngleich gegen formverändernden Druck der Umgebung nachgiebig und deshalb vielgestaltig; sie neigen dazu nach aussen, besonders nach der freien Oberfläche hin, eine stärkere Schicht (Kutikula) abzuscheiden. Indem sie zu flächenhaften Lagen oder Membranen regelmässig nebeneinandergelagert sind, stellen sie die Epithelien dar, die alle äusseren Oberflächen und inneren Hohlräume der Tiere überziehen, wobei das Zellenlager einfach vorhanden (einschichtiges Epithel Fig. 18) oder zu mehreren übereinandergeschichtet sein kann (mehrschichtiges Epithel (Fig. 18i). Der Zellform nach unterscheidet man zwei, allerdings viele Uebergänge zeigende, Typen: das von flachen Zellen gebildete Plattenepithel (Fig. 18c und e) und das Zylinderepithel (Fig. 18 a, b, d) aus zylindrischen, besser gesagt prismatischen Zellen. Im mehrschichtigen Epithel, z. B. der menschlichen Oberhaut, pflegt die Höhe der Zellen nach oben hin immer mehr abzunehmen (Fig. 18i), wobei die obersten stark abgeflachten Lagen durch Verhornung absterben, allmählich abgestossen und durch nachrückende tiefere ersetzt werden. Ein vielfach geschichtetes, stark verhorntes

Plattenepithel kann besondere Schutzgebilde wie Panzerplatten, Schuppen, Nägel, Haare, Federn erzeugen. Der Vordergrund von Epithelzellen ist oftmals besonders ausgegliedert, indem er mit feinen beweglichen Flimmerhaaren (Wimpern, Cilien) oder einzelnen stärkeren Geisseln besetzt ist, sodass besondere Flimmer-, (Wimper-) und Geisselepithelien unterschieden werden können (Fig. 18 a, f, g). Solche Flimmerhaare und Geisseln dienen durch ihr rasches, gleichsinniges Schlagen bald zur Ortsbewegung im Wasser, freilich nur bei kleinen Tieren oder Larven, bald, wie bei vielen Infusorien, zum Herbeistrudeln von Nahrung, indem sie kranzartig die Mundöffnung umstellen (Rädertierchen; Fig. 130) oder zur Bewegung der Nährstoffe über den verdauenden Darmflächen; auch bei der Atmung kommen sie zur Geltung, indem sie sauerstoffhaltiges Wasser zu den Epithelien der Atmungsorgane herbeiführen oder sie andrerseits von Schleim und Fremdkörpern befreien; endlich können bestimmte, mit Nerven versehene Stellen aus Flimmerepithel Riechstoffe herbeischaffen: Geruchsgrübchen.

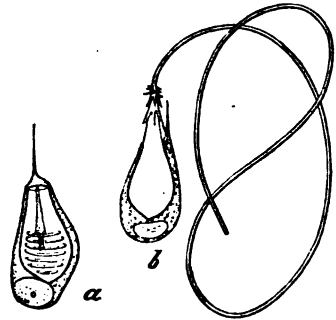
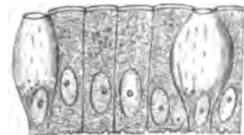


Fig. 19. Nesselkapselzellen von *Hydra*. *a* geschlossen, *b* gesprengt, mit ausgestülptem Faden (nach F. E. SCHULZE aus CLAUS-GROBBEN).

Eine besondere Art von Epithel sind die Nesselzellen niederer Wirbelloser, besonders der Coelenteraten. Diese enthalten eine mit Flüssigkeit gefüllte Kapsel, in der ein langer Faden aufgewickelt ist; auf einen Reiz hin schleudert die Nesselkapsel den Faden heraus, der sich in Beutetiere oder Feinde einbohrend eine nesselnde, oft betäubende Wirkung hervorruft (Fig. 12, 19).

Nach Bau wie Leistung gleich ausgezeichnete Epithelzellen sind die Drüsenzellen, deren Plasma befähigt ist, entweder besondere für den Lebensvorgang nötige Flüssigkeiten (Sekrete) abzuscheiden, oder unbrauchbare Stoffwechselerzeugnisse (Exkrete) aus dem Körper zu entfernen. Die Hautdrüsen z. B. sondern Schleim, Fett, Gift etc. als Sekrete ab, die Darmdrüsensekrete führen ungelöste Nahrungsstoffe in gelöste, verdauliche Zustände über, die Schweissdrüsen andrerseits geben stickstoffhaltiges Exkret ab. Vereinzelte Drüsenzellen stellen einzellige Drüsen dar, die wegen ihrer ausgebauchten Form auch Becherzellen heissen (Fig. 20); oft sind sie mit dem Zellkörper in die Tiefe unter das Epithel verlagert, sodass nur der dünne Ausführungsgang zwischen letzterem hindurchragt (Fig. 18 k). Vielzellige Drüsen hingegen kommen durch Umbildung ganzer Epithelbezirke in Drüsen zustande, die sich dann meist unter das übrige Epithel als flaschenförmige Drüsensäckchen einsenken; das Drüsensekret sammelt sich auf dem Grunde an, um durch den halsähnlichen Anfangsteil entleert zu werden. Zur Vermehrung der absondernden Fläche verästelt sich die vielzellige Drüse.


Fig. 20. Becherzellen im Dickdarmepithel von *Falco* (nach F. E. SCHULZE aus CLAUS-GROBBEN).

Endlich lassen sich manche, meist der Körperbedeckung angehörende Epithelzellen als Pigmentzellen unterscheiden, weil Farbstoffe (Pigmente) in ihnen niedergelegt sind (Fig. 18 k).

c. Bindegewebe.

§ 10. Das Binde- oder Stützgewebe hat den Zweck, die Lücken zwischen den übrigen Geweben und Organen auszufüllen, diese zu umhüllen oder mit einander zu verbinden und solchen von nachgiebiger Beschaffenheit als Anlehnung, Stütze zu dienen, indem es sich selber zu festeren Strängen, Säulen, Platten verdichtet. Die Entstehung

einer sehr einfachen Art von Bindegewebe lässt sich bei den Quallen unter den Coelenteraten verfolgen, wo das zwischen Ekto- und Entoderm gelagerte Gallertgewebe durch die Einwanderung von Epithelzellen in die gallertartige Zwischenschicht entsteht. Wenn man sonst das Bindegewebe meist als „mesodermal" bezeichnet, so ist damit dieselbe vielseitige Entstehungsweise angedeutet, die für das sogenannte mittlere Keimblatt gilt. Aus losen oder nur locker verbundenen Zellen der Zwischenschicht zwischen den beiden ursprünglichen Epithellagen der Gastrula bilden sich Zellhaufen, die sich durch Teilung vermehren und die Grundlage des Bindegewebes liefern. Nach der Weiterbildung dieser ursprünglichen Bindegewebszellen lassen sich zwei Hauptformen des Bindegewebes unterscheiden:

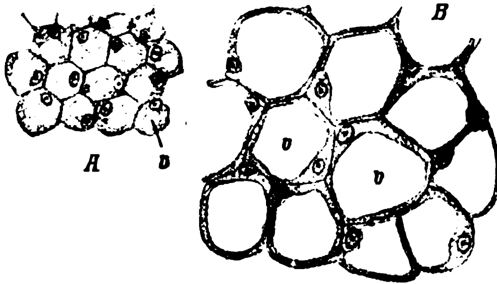


Fig. 21. A jüngeres, B älteres blasiges Bindegewebe eines Plattwurmes. *v* Vakuolen (aus LANG).

A. Das blasige Bindegewebe. In den sich eng berührenden Zellen bilden sich mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, die immer grösser werdend jene blasig auftreiben, sodass zuletzt die Zellgrenzen nur noch durch dünne, höchstens um die Kerne herum verstärkte Plasmaschichten angedeutet sind. Die benachbarten Schichten dieser Art können verschmelzen und dadurch ein wabigblasiges Gewebe hervorrufen, in dem die Kerne verstreut liegen (Fig. 21). Aus Bindegewebe solcher Art baut sich die Leibesmasse der Plattwürmer *(Platodes)* auf. Indem die mit Flüssigkeit erfüllten Hohlräume benachbarter Zellen mehr oder minder in Verbindung treten und die blasigen Zellwände zu netzartigen Fasern ausgedehnt

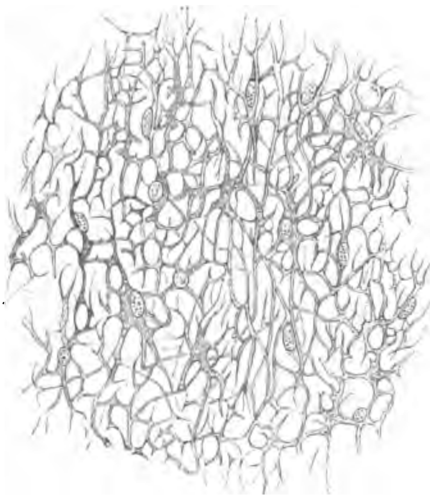


Fig. 22. Retikuläres Bindegewebe (nach GEGENBAUR aus CLAUS-GROBBEN).

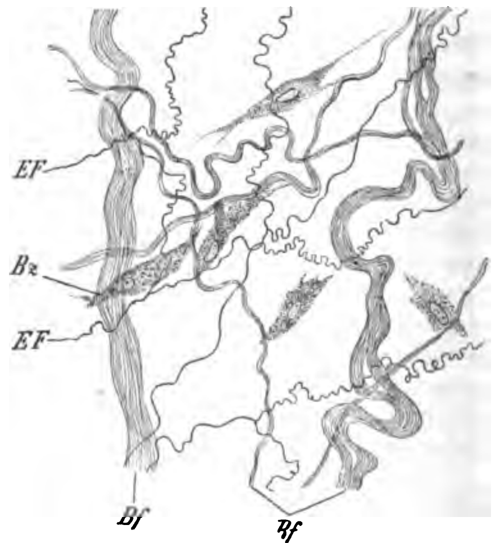


Fig. 23. Lockeres fibrilläres Bindegewebe. In der homogenen Grundsubstanz Bindegewebs-Fibrillenbündel (*Bf*), *EF* elastische Fasern, *BZ* Bindegewebszellen (aus CLAUS-GROBBEN).

werden, bildet sich aus dem blasigen Bindegewebe das retikuläre aus, das die Gerüste der Lymphdrüsen bei den Wirbeltieren liefert (Fig. 22); aus dem letztgenannten Bindegewebe entsteht durch Ablagerung von Fett in dem spärlichen Protoplasma das Fettgewebe.

B. Eine andere Hauptform ist dadurch bezeichnet, dass die Bildungszellen auf ihrer Oberfläche nach allen Seiten um sich herum Sekrete ausscheiden, die allmählich erhärtend die vergrösserten Zwischenräume als Interzellularsubstanz ausfüllen, doch bleiben die in letztere eingebetteten Bindegewebszellen durch sehr feine Ausläufer in Verbindung. Meist sondern sich dann in der Interzellularsubstanz Stränge und Bündel aus Fasern (Fibrillen), deren Verlauf bei derberem Bindegewebe z. B. in den Sehnen parallel, bei mehr lockerem gekreuzt ist (Fig. 23); dies fibrilläre Bindegewebe ist namentlich den Wirbeltieren eigen. Während die meisten Fibrillen beim Kochen Leim (Glutin) geben, liefert eine besondere Art der hierher gehörigen Fasern solchen nicht; sie heissen elastische Fasern, weil sie sich beim Zerreissen verkürzen, und gehören meist den Bandmassen zwischen dem Knochengerüst an. Eine festere Art Bindegewebe ist der Knorpel, der zur Skelettbildung aller Wirbeltiere und einiger Wirbellosen, namentlich der Cephalopoden, dient. Zu seiner Entstehung sondern die Bindegewebszellen starke konzentrische Schichten um sich herum ab, die zu einer massigen Interzellularsubstanz verschmelzen; schliesslich liegen die ursprünglichen Zellen weit verstreut in jener, bleiben aber durch feine Ausläufer im Zusammenhange und fahren auch fort sich zu teilen (Fig. 24). Die Zwischensubstanz der verbreitetsten Knorpelart, des Hyalinknorpels, der als Rippen-, Gelenk-, Nasen- und Kehlkopfknorpel vorkommt, ist scheinbar ganz gleichmässig (hyalin), in Wirklichkeit von Fibrillen durchzogen, die beim Kochen einen besonderen Knorpelleim (Chondrin) liefern. Bisweilen — z. B. in den Knorpelscheiben der Wirbelsäule — sind die Faserbündel deutlich (Faserknorpel) oder, z. B. im Ohrknorpel, durch elastische Fasern ersetzt (elastischer Knorpel).


Fig. 24. Hyaliner Knorpel. Rechts oben sind die die Knorpelzellen verbindenden Plasmafäden dargestellt (aus LANG).

Das festeste Gefüge endlich hat die Bindesubstanz in Form des Knochengewebes, das die eigentlichen Bindegewebsskelette aufbaut. Seine Starrheit verdankt dies Gewebe dem Umstande, dass einer organischen Grundlage, dem Knochenleim, Mineralsalze und zwar wesentlich phosphorsaurer Kalk eingelagert sind. Die Knochensubstanz wird von epithelartig angeordneten Bindegewebszellen, den Osteoblasten, erzeugt, die nach einer Seite hin Knochensubstanz senden und dann mehr und mehr in diese einwandernd als Knochenzellen von sternförmiger Gestalt und durch Ausläufer verbunden hie und da gelagert bleiben (Fig. 25). Im fertigen Zustande ordnet sich die Knochenmasse in pa-

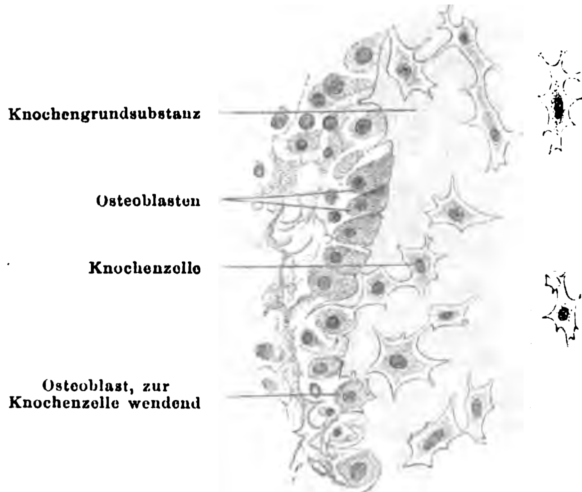


Fig. 25. In Bildung begriffenes Knochengewebe 560 × vergr. (aus STÖHR).

rallele Lamellen an, die indessen um die ernährenden Blutgefässe des Knochens konzentrische Ringe (Havers'sche Kanäle) bilden (Fig. 26). Eine Abart des Knochengewebes, das Zahnbein oder Dentin, ist dadurch unterschieden, dass die Bildungszellen, hier Odontoblasten genannt, nicht in jenes einwandern, sondern an der Peripherie verbleibend nur lange verästelte Fortsätze in das Zahnbein senden.

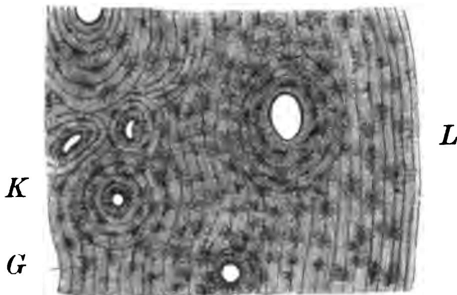


Fig. 26. Querschnitt durch einen Röhrenknochen. *K* Knochenkörperchen, *G* Gefässkanälchen (HAVERS'sche Kanäle), *L* Lamellen (nach KÖLLIKER aus CLAUS-GROBBEN).

Für sämtliche Abkömmlinge des Bindegewebes gilt die Tatsache, dass sie niemals die freie Körperoberfläche durchbrechen und mit dem umgebenden Medium in Berührung treten; geschieht dies dennoch auf irgend eine Weise, so sterben sie entweder ab — z. B. die knöchernen Geweihe der Hirsche nach Verlust ihrer Hautbedeckung — oder sie werden mit einer Epithelhülle versehen, so das Zahnbein mit dem Schmelz.

d. Muskelgewebe.

§ 11. Das Muskelgewebe besteht aus Zellen eigentümlicher Veränderung, darauf beruhend, dass das Protoplasma in Bündel von Fibrillen umgebildet ist. Diesen Fibrillen wohnt die Fähigkeit inne, sich auf den Reiz herantretender Nerven hin unter Verkürzung und Vergrösserung des Querschnittes zusammenzuziehen, sie sind kontraktil; nach Aufhören des Reizes strecken sich die Fibrillen wiederum zur vorigen Länge. Die gewöhnlich Muskelfasern genannten Muskelzellen nehmen ihre Entstehung entweder aus Epithelien unmittelbar, z. B. die Gliedmassenmuskeln der Arthropoden, oder erst aus dem von solchen erzeugten Füllgewebe, z. B. die grossen Skelettmuskeln, das „Fleisch" der Wirbeltiere, doch sind Fasern der ersten Art meist nur den niederen Metazoen (Coelenteraten) eigen. Die immer langgestreckten, bisweilen verästelten Muskelfasern treten als glatte und als quergestreifte auf, zwei Formen, die sich im Bau und in der Wirkungsart recht wesentlich unterscheiden.

Glatte Fasern sind selten mehr als 0,5 mm lang, spindelförmig mit spitzen oder auch zerteilten Enden, aus einer einzigen Zelle entstanden, deren Kern in langgestreckter Form erhalten bleibt, während ihr Plasma ganz oder bis auf einen geringen, der Muskelzelle seitlich anliegenden Rest in Fibrillen, in kontraktile Substanz umgewandelt ist (Fig. 27), wodurch die Oberfläche eine feine Längsstreifung aufweist. Die Zusammenziehung glatter Fasern erfolgt langsam und ist nicht dem Willen unterworfen, daher sind die träge arbeitenden Muskeln des Darmes, der Blase, der Blutgefässe (mit Ausnahme des Herzens) und der Körperbedeckung bei den Wirbeltieren auf glatte Fasern gegründet, während die Wirbellosen ausser den Gliederfüsslern i. A. nur solche besitzen.

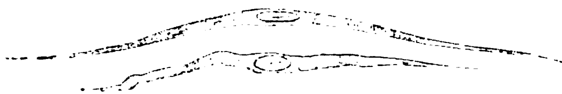


Fig. 27. Zwei glatte Muskelfasern (aus STÖHR).

Auch die quergestreiften Muskelzellen bestehen aus Fibrillen, die aber im Durchschnitt beträchtlich länger als die glatten (bis 12 cm lang) und in sich deutlich differenziert sind; es besteht nämlich eine Querstreifung aus Schichten, die abwechselnd das Licht einfach oder doppelt brechen (isotrope und anisotrope Substanz). Die Fibrillen sind mittelst ungegliederten Protoplasmas (Sarkoplasma) zu einer

Muskelfaser in der Weise verkittet, dass die iso- und anisotropen Scheiben sämtlich je in einer Ebene liegen, infolgedessen die Faser ebenfalls regelmässig gebändert ist. Obwohl an einer fertigen Faser zahlreiche Kerne sichtbar sind (Fig. 28), nimmt sie ihren Ursprung nur aus einer einzigen Bildungszelle, deren Kern sich vielfach teilt. Die Vereinigung der Fibrillen zur Faser wird durch eine strukturlose Hülle, das Sarkolemm, bewirkt. Da die quergestreiften Muskelzellen zu rascher, kräftiger Verkürzung imstande sind und diese willkürlich hervorgerufen werden kann, findet man die Bewegungsmuskeln der Wirbeltiere, ihre Augen- und Zungenmuskeln sowie das Zwerchfell aus derartigen Fasern zusammengesetzt; nur das Herz, ein quergestreifter, rasch arbeitender Muskel, ist dem Willen entzogen. Unter den Wirbellosen besitzen die Gliederfüssler ausschliesslich quergestreifte Muskeln.

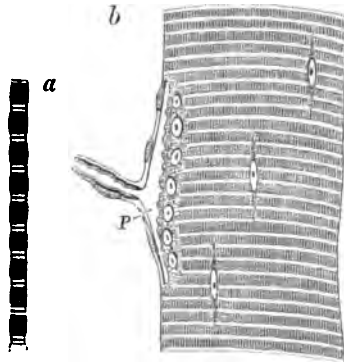


Fig. 28. a quergestreifte Muskelprimitivfibrille, b quergestreifte Muskelfaser mit Nervenendigung, P Nervendplatte (nach KÜHNE aus CLAUS).

e. Nervengewebe.

§ 12. Als Grundbestandteile des Nervengewebes müssen besonders ausgegliederte Zellen ektodermatischen Ursprungs angesehen werden, die ursprünglich getrennte morphologische Einheiten zugleich mit physiologischer Selbständigkeit vorstellen; sie werden als Neurone bezeichnet. Ein Neuron (Fig. 29) besteht aus der Nervenzelle selber — hier Ganglienzelle genannt —, mindestens einer von ihr ausgehenden Nervenfaser (Achsenzylinder, Axon) und deren Endbäumchen.

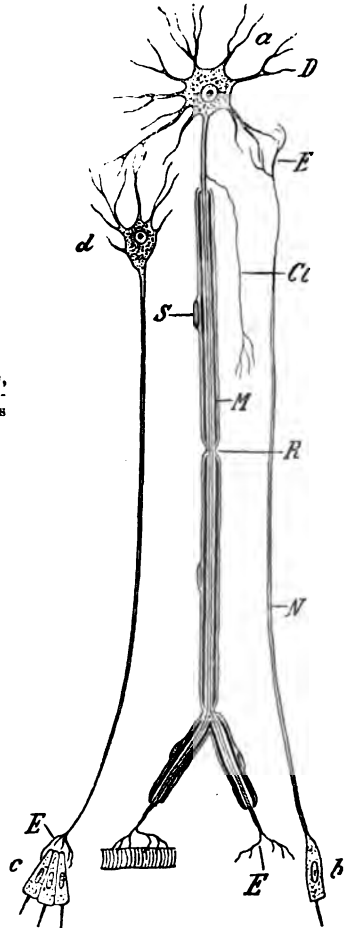


Fig. 29. Verschiedene Typen von Neuronen, schematisch. a eines motorischen Neurons, mit von Myelinscheide (m) und SCHWANNscher Scheide (S) umhülltem Axon, R Ranvierscher Schnürring, Cl Collaterale, D Dendriten, E Endbäumchen, b Sinnesnervenzelle (mit basalem Axon N), c drei Sinnesepithelzellen ohne Axone, werden vom Endbäumchen eines zentralen sensiblen Neurons (d) umsponnen.

Die Ganglienzelle hat Fortsätze, die sich gleich nach ihrem Austritte aus der Zelle in Dendriten verästeln. Der Achsenzylinder, ein besonders verlängerter Fortsatz, ist ein Strang von gleichmässigem Querschnitt und aus Fibrillen zusammengesetzt, die ihren Ursprung aus der Ganglienzelle nehmen; bei den Wirbeltieren umgeben sich die Axone meistens mit besonderen Hüllen und zwar zunächst mit einer fettähnlichen Markscheide — deren Besitz die markhaltigen Fasern kennzeichnet — und um diese noch mit der feinen SCHWANNschen Scheide oder dem Neurilemm. Letztere ist aus Bindegewebszellen entstanden, deren Kerne öfters noch sichtbar bleiben. Da die Nervenfasern der niedersten Wirbeltiere, der *Leptocardia* und *Cyclostomata,* sowie aller Wirbellosen keine Markscheide führen, werden sie marklose genannt. Die Endbäum-

chen der Axonen treten wieder mit Neuronen oder mit anderen Gewebselementen, z. B. Muskel- und Epithelzellen in Verbindung. Je nach der Zahl ihrer Axone, wird die Ganglienzelle uni-, bi-, multipolar genannt.

Auf die besondere Eigenschaft der Nervenzellen, Empfindungen aufzunehmen und weiterzugeben, gründet sich die Wirksamkeit der einzelnen Teile einer Neuroneneinheit, in der Art nämlich, dass der Zellkörper selbst ihm zukommende Reize aufnimmt oder solche entlässt, der Achsenzylinder samt seinen etwaigen Abzweigungen und die Dendriten aber den Reizen als Leitungsbahnen dienen. Die Leistungen dieser Teile werden vereinigt, indem sie zum Nervengewebe zusammentreten, und zwar bilden die Ganglienzellen gedrungene Massen, die Ganglien (Einzahl: Ganglion), die Nervenfasern aber Nervenstränge oder kurzweg Nerven. Beide unterscheiden sich je nach der Richtung des geleiteten Reizes als sensible, falls jener von den peripherischen Sinneszellen zum gangliosen Zentralorgan läuft, und als motorische, wenn Reize von letzterem zu den Muskeln hingeleitet werden.

Sobald Neuronen dem Epithel angehören, sind sie als Sinnesnervenzellen zu bezeichnen (Fig. 29 b). Dergleichen Epithelzellen tragen auf der Aussenseite allerlei feine Plasmaverlängerungen wie Haare, Zapfen, Stäbchen (Sinneshaare u. s. w.) als reizempfangende Organellen, während die Basis sich in ein Axon verlängert. Sie sind besonders den Wirbellosen eigen; bei Wirbeltieren finden sie sich in der Riechschleimhaut. In noch engerem Zusammenhange mit dem Epithel stehen die Sinnesepithelzellen, die bei ähnlicher Oberflächenausstattung der basalen Nervenfaser entbehren; die zentripetale Leitung des von einer solchen Zelle aufgenommenen Reizes wird hier von dem jene umspinnenden Endbäumchen eines sensiblen Nerven besorgt (Fig. 29 c). Im Wirbeltierkörper besitzen die Epithelien des Gehör-, Geschmacks- und Sehorgans dergleichen Sinneszellen.

f. Freie Zellen.

§ 13. Im Tierkörper — die niedersten Metazoenformen wie Schwämme und Nesseltiere ausgenommen — gibt es Zellen, die nicht zu einem festen Gewebsverbande



Fig. 30. Pigmentzelle einer Molchlarve, *n* Kern (aus GOETTE).

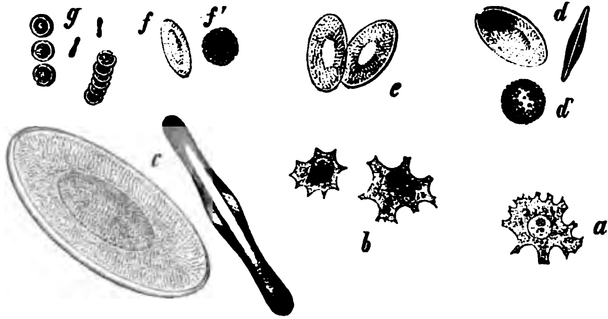


Fig. 31. Blutzellen. *a* farblose Blutzelle der Teichmuschel, *b* der Raupe von *Sphinx*, *c* rote Blutkörperchen von *Proteus*, *d* von der Glattnatter, *d'* Lymphkörperchen (Leukozyt derselben), *e* rote Blutkörperchen des Frosches, *f* der Taube, *f'* Lymphkörperchen derselben, *g* rote Blutkörperchen des Menschen (nach ECKER aus CLAUS-GROBBEN).

zusammentreten, wiewohl sie alle aus einem solchen ihren Ursprung nehmen dürften, sondern jede für sich allein bestehen und ihrer Leistung obliegen; jedoch sind auch diese freien Zellen gesellschaftlich an bestimmten Stellen und zwar meist Hohlräumen des Körpers vereinigt. Hierzu sind erstens die Pigmentzellen zu rechnen, stark verästelte kernhaltige Zellen, die aus dem primitiven Füllgewebe stammen, ihren Farbgehalt sowohl strahlig verteilen wie um den Kern sammeln können und sich

lagenweise unter Epithelien finden (Fig. 30); ihr Vorkommen ergibt vielfach die äussere Färbung, ihre Veränderlichkeit den raschen Farbenwechsel mancher Tiere, z. B. des Chamäleons, der Plattfische, der Tintenfische. Die anderen Arten freier Zellen kann man sich aus Bindegewebe entstanden denken, dessen Interzellularsubstanz völlig verflüssigt wurde, sodass die Bindegewebszellen darin schwimmen. Nach der Form unterscheiden sich dann weisse Blutkörperchen, rote Blutkörperchen und Blutplättchen (Fig. 31). Erstere — Lymphzellen, Leukozyten — finden sich als amöboide Zellen, demnach von unregelmässiger, meist stachliger Begrenzung in der Lymphe der Wirbeltiere sowie in geringerer Anzahl als die Erythrozyten in deren Blute; ferner im Blute der Wirbellosen und in der Cölomflüssigkeit der Ringelwürmer, Weichtiere und Stachelhäuter; ihre besondere Beweglichkeit ermöglicht ihnen das Auswandern in andere Gewebe. Die roten Blutkörperchen — auch rote Blutzellen oder Erythrozyten benannt — kommen im Blute fast aller Wirbeltiere, mancher Wirbellosen, z. B. einiger Muscheln und Würmer, sowie in der Cölomflüssigkeit von Ringelwürmern vor und sind platte, kreisrunde oder ovale Scheiben, durch Hämoglobin rotgefärbt, die bei den Säugetieren im Laufe ihrer Entstehung kernlos werden. Als Blutplättchen (Thrombozyten) endlich bezeichnet man ebenfalls amöboide, aber für gewöhnlich platte, kernhaltige Zellen im Blute der Vertebraten und in den Leibessäften höherer Evertebraten, deren Bedeutung noch nicht ausreichend geklärt ist.

g. Keimzellen.

§ 14. Von allen bisher behandelten Zellgeweben unterscheiden sich die Keim-, (Geschlechts-, Genital-)zellen dadurch, dass sie für die Erhaltung des Tierkörpers keinerlei Wirksamkeit übernehmen, vielmehr von diesem nach ihrer Hervorbringung ausgestossen werden, um eben den Keim zu einem neuen Tierwesen zu legen. Wiewohl vielfach in grossen Mengen auf einmal entstehend, bilden die Keimzellen doch nie ein Gewebe im eigentlichen Sinne, da sie keinen zu gemeinsamer, eigenartiger Leistung bestimmten Verband eingehen. Man kann sie mit einigem Rechte den eben geschilderten „freien Zellen“ an die Seite stellen, weil sie vielfach im erzeugenden Tierkörper zu unabhängiger Beweglichkeit gelangen. Aus dem erwähnten Grunde ist auch die Bezeichnung Keim- oder Geschlechtsdrüsen für die Bildungsstätten der Keimzellen keine folgerichtige, wenn auch allgemein übliche, da in letzteren weder Sekrete noch Exkrete zu erblicken sind.

Auf frühesten Stufen ihres Werdens erscheinen die Keimzellen unter sich völlig gleichartig, sodass eine ursprüngliche Gleichheit beider nachher so scharf gesonderten Typen, der männlichen und weiblichen Keime, ausgesprochen ist; nachträglich erst trennen sich die primitiven Genitalzellen in männliche oder Samenzellen und weibliche oder Eier. Erstere, auch Spermatozoen oder Zoospermien genannt, sind meist winzige Zellen, wiewohl solche bis 2,3 mm Länge beobachtet wurden, von der Form der Geisselzellen; sie gliedern sich in einen dickeren Teil, den Kopf, und den anhängenden langen dünnen, geisselartig schwingenden Schwanz (Fig. 32), der noch einen flossenartigen Saum tragen kann. Die bald kugelige, bald gestreckte, bald schraubig gewundene Bildung des Kopfes ergibt eine grosse Mannigfaltigkeit in der Form der Spermatozoen, die mit der

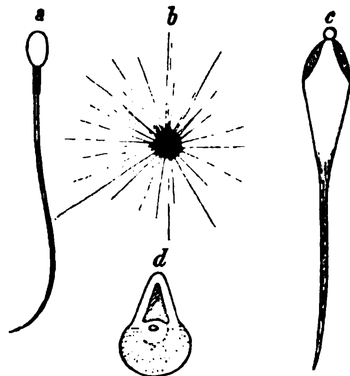


Fig. 32. Spermatozoen des Menschen (a), eines Krebses (b), einer Heuschrecke (c), eines Spulwurms (d) (nach Verschiedenen aus GOETTE).

Tierart wechselt; am häufigsten ist die Stecknadelfigur. Merkwürdig ist das Vorhandensein zweier ganz verschiedener Formen von Samenzellen bei gewissen Tieren, z. B. der gewöhnlichen Kiemenwasserschnecke *(Paludina)* und einer Reihe von Tag- und Abendschmetterlingen.

Im Gegensatze zu den Spermatozoen sind die tierischen Eier die grössten Zellen. Den typischen Bau der Zelle wiederholend besteht das Ei aus dem Protoplasma, hier Dotter oder genauer Bildungsdotter genannt, und dem Kern oder Keimbläschen (Fig. 33). Während jenes keinen wesentlichen Unterschied gegen anderes Zellplasma zeigt, tritt dieser durch bedeutende Grösse und Lagerung nach der Peripherie hervor, wobei man den ihm genäherten Bezirk des Eies als animalen Pol bezeichnet, dem der vegetative entgegengesetzt ist. Die oft sehr grossen Kernkörperchen heissen Keimflecke. Der Form nach sind die Eier meist kugelig oder „eiförmig", bei Insekten (Fig. 167) oft wurstförmig oder brotähnlich abgeplattet. Obwohl es nackte Eizellen gibt, sind die meisten doch von einer vom Dotter ausgeschiedenen Zellmembran, der Dotterhaut umhüllt; um diese legen sich noch vielfach nachträgliche Hüllen, die nicht dem Eie selber entstammen, sondern von den umgebenden Zellen des Eierstocks herstammen oder von Drüsen der Eileitungswege geliefert werden, z. B. die doppelte Schalenhaut und die Kalkschale des Vogeleies. Ihr Zweck ist einerseits Verhütung des Austrocknens, andrerseits grössere Festigung, wobei die Eier von Landtieren stärker bedacht werden müssen, als die im Wasser abgelegten — so erzeugen die Muscheln und Seeschnecken, Krebse, Fische und Amphibien zartere Eihüllen als die Landschnecken, Insekten, Reptilien und Vögel mit ihren hartschaligen Eiern. Bei Insekten und Fischen besitzen die Eihüllen eine besondere Oeffnung für den Eintritt der Samenzellen, die Mikropyle (Fig. 166). In den meisten Fällen sind dem Bildungsdotter noch umfangreiche Mengen von Nahrungsstoffen wie Fett und Eiweisse als Tröpfchen und Krystalloide beigegeben, die vom sich entwickelnden Eie aufgebraucht werden. Dieser dem vegetativen Eipole genäherte Nahrungsdotter oder das Deuteroplasma stellt gegenüber dem in lebhafte, aktive Zellteilung eintretenden Bildungsdotter einen leblosen, passiven, der allmählichen Zerstörung anheimfallenden Bestandteil dar, dessen grössere oder geringere Menge die relative Grösse der Eier bei den verschiedenen Tierformen bedingt.

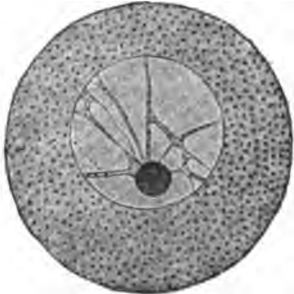


Fig. 33. Unreifes Ei aus einem Stachelhäuter (aus O. HERTWIG.)

h. Fremdkörper.

§ 15. Neben den vom Tierleibe erzeugten und ihm dadurch wesenseigenen Geweben enthält oder trägt er öfters — einzeln und in Masse — Fremdkörper, die aber für den Lebensvorgang fast dieselbe Bedeutung erlangen können wie die körperlichen Gewebe und deshalb eine Erwähnung neben diesen verdienen. Solcher Gebilde wie Sandkörner, härtere Trümmer von Tieren und Pflanzen bemächtigen sich wohl manche weichhäutige, langsame oder festsitzende Tiere, um sich ein schützendes Gehäuse daraus herzurichten; so verfahren gewisse Urtiere, z. B. die Amöbe *Difflugia* (Fig. 34), die an der Meeresküste lebenden Röhrenwürmer *(Terebellidae)* und die Larven der Köcherfliegen (*Phryganeidae*, Fig. 187), während die „Blattlauslöwen", Larven einiger Netzflügler, sich mit den Häuten ihrer ausgesogenen Beutetiere bekleben (Fig. 182). In anderer Richtung streben manche Korallen *(Zoanthiniaria)*, indem sie ihr zu nachgiebiges Stützgewebe durch innere Aufnahme von Steinchen verstärken, während

manche Krebse solche sogar als wichtigen Bestandteil eines Sinnesorgans, des Gleichgewichtsorganes, brauchen. Sogar lebende Pflanzen treten als Fremdkörper in engen Zusammenhang mit dem Tierleibe, wobei der eine wie der andere Teil von der Verbindung Vorteil hat. Im Zellleibe von Radiolarien und Infusorien, sowie im Ektoderm von Polypen *(Hydra)* und Strudelwürmern finden sich nämlich vielfach einzellige grüne oder gelbe Algen eingenistet, die von aussen gelegentlich der Nahrungsaufnahme durch den Wirt aufgenommen wurden. Sie erhalten von ihm Kohlensäure, Mineralstoffe und Stickoxyde, um daraus organische Stoffe zu bereiten und Sauerstoff abzuspalten, die wieder jenem zugute kommen. Das sich hieraus ergebende Genossenschaftsverhältnis nennt man Symbiose.



Fig. 34. *Difflugia oblonga.* *p* Pseudopodien, *n* Nucleus (nach CARUS aus CLAUS-GROBBEN)

9. Die Organsysteme.

a. Allgemeines.

§ 16. Unter dem Einflusse der Arbeitsteilung treten gleichartig ausgebildete Zellen zu Geweben zusammen, die sich wieder zum Zwecke einer höheren physiologischen Verrichtung als Werkzeuge, Organe, vereinigen können; weniger oft besteht ein Organ nur aus einem einzigen Gewebe. In den aus mehreren Gewebsarten zusammengesetzten Organen pflegt eine der ersteren nach Masse und Wichtigkeit der Leistung hervorzutreten und dem Organ seine Eigenart zu verleihen, während die anderen nebensächliche Bedeutung haben. Mehrere Organe von gleicher physiologischer Aufgabe bilden wieder ein Organsystem, deren sich die folgenden neun unterscheiden lassen.

b. Organsystem der Leibeswand oder Integument.

§ 17. Die eine Leibeswand bildende Körperschicht, das Integument, hat vor allem die Aufgabe, den Tierkörper nach aussen hin zu begrenzen, weiterhin den Einwirkungen der Aussenwelt in für jenen vorteilhafter Weise zu begegnen. Bei allen Metazoen verrichtet dies ein ektodermatisches Epithel, das ein- oder — bei den Wirbeltieren — mehrschichtig ist, bei Wassertieren bewimpert sein kann.

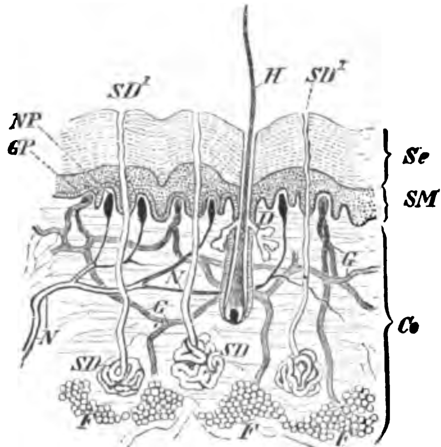


Fig. 35. Schnitt durch die Haut des Menschen. *Co* Corium, *D* Haarbalgdrüsen, *F* Fett, *G* Gefässe im Corium, *Gp* Gefässpapillen, *H* Haar, *N* Nerven, *Np* Nervenpapillen, *Sc* Hornschicht, *Sd* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *Sd'*, *Sm* Schleimschicht (aus WIEDERSHEIM).

Wenn alle Zellen dieser Epithellage eine festere äussere Schicht absondern, so fliessen die einzelnen Ausscheidungen zu einer gleichmässigen Decke, einer Kutikula zusammen; solche zum Schutze oder zur Bedeckung des Körpers dienende Kutikularbildungen, die als Schutzskelette aufzufassen sind, kennt man teils als organische, stickstoffhaltige (Gehäuse der Hydropolypen, Chitinbedeckung der Gliedertiere, Cellulose-Mantel der Tunikaten, Schildpatt der Schildkröten), teils als ebensolche, die durch Einlagerung von Kiesel- oder Kalksalzen zu besonderer Härte entwickelt sind (Kieselskelett von Schwämmen, Hautpanzer der Krebse mit organischer Grundlage aus Chitin, Schale der Weichtiere mit solcher aus Konchin). Aehnliche Festigung des Integuments wird bei den Wirbeltieren erreicht

durch Verhornung der Haut, deren oberste härtere Lagen (Hornschicht) stückweise oder im Zusammenhange (Häutung der Schlangen) abgestossen werden, während zum Ersatz dieses Verlustes die tiefere, weiche Schleimschicht (Stratum Malpighii) fortwährend nach oben zu verhornt (Fig. 35). Letztere erzeugt ausserdem besondere Horn- oder Epidermoidalgebilde, wie Schuppen, Federn, Haare, Stacheln, Nägel, Krallen, Hufe, Hörner u. s. w. Aus Epithelzellen, die sich zu Drüsenzellen umwandelten, entstehen die an vielerlei Verrichtungen angepassten Hautdrüsen, z. B. die Schweiss- und Talg-, sowie die aus diesen umgewandelten Milchdrüsen der Säuger, die Afterdrüsen der Marder und Stinkdrüsen der Wanzen — beide zur Abschreckung dienend —, die Schleimdrüsen vieler im Feuchten lebenden Geschöpfe, z. B. Schnecken, Fische, Lurche u. a. m.

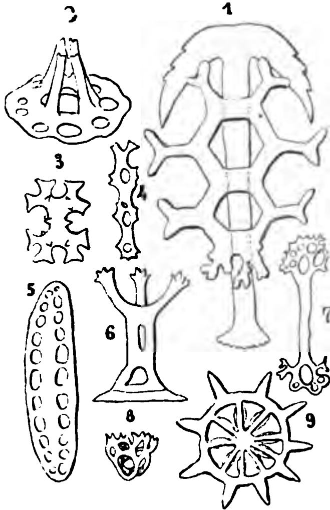


Fig. 36. Mikroskopische Kalkkörper von Holothurien (aus LANG).

Zu der als Oberhaut (Epidermis) zu bezeichnenden ektodermalen Integumentlage gesellt sich weiter nach innen bei den Tieren mit Leibeshöhle oder den Cölomaten eine mesodermale Bindegewebslage, die Unterhaut, bei Wirbeltieren auch Lederhaut (Cutis, Corium) geheissen — ein stützendes Gebilde von derberem Gefüge und meistens ausgesprochener Schichtung (Fig. 35). Aehnlich den Horngebilden der Epidermis vermag die Unterhaut Grundlagen eines schützenden Hautskeletts zu liefern, das bald zusammenhangslos als Nadeln etc. aus Kalk (Holothurien, Fig. 36), oder als feste anorganische Gerüste angelegt ist: Skelette andrer Stachelhäuter, Hautknochen und Knochenplatten der Fische (Stör), Krokodile, Gürteltiere. Endlich können Fettmassen in der Unterhaut abgelagert werden (Fig. 35).

Im Integumente hat ausserdem die Färbung der Tiere ihren Sitz. Sie kommt einerseits durch sogenannte einfache oder Körperfarben zustande, indem Farbstoffe entweder formlos oder in Pigmentzellen vereinigt als Pigmente im Epithel, in den Epidermoidalgebilden oder auch in der Kutikula abgelagert sind. Während diese Farben durch Absorption aller andersgefärbten Lichtstrahlen die ihnen eigene optische Wirkung hervorrufen, geht diese bei der andern Art, den Strukturfarben, aus Interferenzerscheinungen auf besonders gestalteten, z. B. feingerippten, Oberflächen hervor; die lebhaften, oft metallglänzenden und schillernden Färbungen der Vögel und Insekten z. B. beruhen auf Strukturfarben. Ausbildung, Steigerung und Zurückdrängung der Tierfarben lassen sich bisweilen auf Gunst oder Ungunst der Lebensverhältnisse, Lichtmangel, Wärme und Feuchtigkeit der Umgebung, Art der Nahrung zurückführen, ja für die Pigmente in den Flügelschuppen der Schmetterlinge ist der Nachweis ihrer unmittelbaren Entstehung aus verzehrtem Blattgrün gelungen. Für die Verteilung der einzelnen Farben auf dem Körper, seine Zeichnung, dürften biologische Anlässe massgebend sein, wonach sich die einzelnen Zeichnungstypen wie Erkennungs-, Schutz-, Trutz-, Schreckfarben wesentlich im Kampf ums Dasein zum Vorteile ihrer Träger herausbilden; namentlich die Schutzzeichnung ist es, die feinste Anpassungen vieler Tierarten an ihre Umgebung wiedergibt, ja als „schützende Nachäffung" (Mimikry) sogar als Anlehnung an die Zeichnung andrer Arten auftritt. Für die namentlich bei Vögeln und Insekten häufig vorkommende Färbungsverschiedenheit der Geschlechter ein und derselben Tierart mangelt es bis jetzt an einer für alle Fälle zureichenden Erklärung.

c. Skelettsystem.

§ 18. Als Skelett bezeichnen wir die Hartgebilde des Tierkörpers, denen bei aller Mannigfaltigkeit der Ausdehnung und geweblichen Beschaffenheit das Merkmal der Festigkeit gemeinsam ist. Auf niederer Stufe des Metazoenreiches schon bilden sich Haut- oder Schutzskelette heraus, bestimmt zum Schutze gegen äussere Einwirkungen, deren Vorkommen — im vorigen Abschnitte besprochen — auf Verhärtung des Integuments oder einzelner seiner Schichten zurückgeht; neben jener Bezeichnung nach dem physiologischen Gesichtspunkte ist die morphologisch gedachte als Aussen- oder Exoskelett gangbar. Dagegen fällt die Aufgabe, den weichen Körperteilen Halt und Stütze zu verleihen, den Stützskeletten zu, die bald jene umhüllen und einpacken, bald ihnen Anheftungspunkte gewähren. Wenn diese stützenden Hartteile in der Mehrzahl vorhanden und durch Gelenkeinrichtungen gegeneinander verschiebbar sind, so treten sie neben der Aufgabe der Stütze noch in die ein, geregelte Bewegung des ganzen Körpers in seiner Umgebung herbeizuführen oder äussere Gegenstände zu bewegen, zu handhaben: Das Stützskelett wird zum Bewegungsskelett. Jedoch kann auch ein ursprüngliches Hautskelett letzterem Zwecke dienstbar gemacht werden, indem z. B. das Chitinskelett der Gliederfüssler den reihenweis angeordneten Strängen der Körpermuskulatur als Ansatzpunkt dient und infolge von deren Zugwirkung sich streckenweise verstärkt, während die Zwischenstrecken weichbleibend den ersteren eine Verschiebung gestatten (Fig. 37). Da im Gegensatze zu den bald ekto- bald entodermalen Hautskeletten das echte Stützskelett immer aus bindegewebiger, mesodermaler Grundlage hervorgeht, fällt ihm auch die nicht unpassende Bezeichnung „Bindegewebsskelett“ oder entsprechend der Beschränkung jener Gewebsgrup-

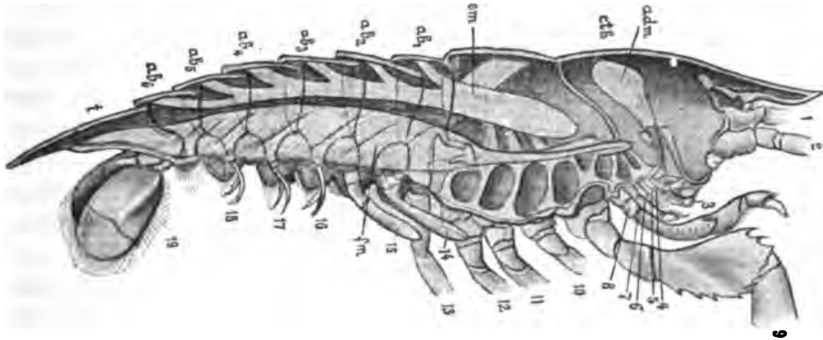


Fig. 37. Flusskrebs. Längsschnitt zur Darstellung der wichtigsten Muskulatur und ihrer Beziehungen zum Hautskelett. *em* Extensor, *fm* Flexor des Hinterleibs, *adm* Adductor der Mandibeln, *cth* Cephalothorax, *ab1—ab6* Hinterleibssegmente, *t* Telson, 1—19 Gliedmassen, 1—13 des Cephalothorax, 14—19 des Hinterleibs (nach HUXLEY aus LANG).

pen auf das Körperinnere auch „Innen(Endo-)skelett“ zu. Hieran ändern scheinbare Ausnahmen nichts: Viele Korallentiere (Scyphopolypen) haben ein radiär verzweigtes inneres Stützskelett aus Kalk, das aber ursprünglich ein echtes Hautskelett ektodermalen Ursprungs und nur vom Weichkörper umwachsen, also nachträglich in ihn aufgenommen ist. Auch die Gliederfüssler haben oft gräten- und plattenartige innere Skelettstücke, an die sich besondere Muskeln anheften (Fig. 38), ohne dass es sich um mehr handelte als um innere Ausgliederungen des Hautskeletts!

Bei den Tieren von schneller Bewegungsweise, nämlich den Arthropoden und Vertebraten, wird Haut- und Bindegewebsskelett durch physiologische Beanspruchung zu einem Bewegungsskelett (lokomotivem Sk.). Beide gliedern sich zunächst in zahlreiche der Länge des Tieres nach auf einander folgende Abschnitte, die Ringel oder

Segmente der Arthropoden und die Wirbel der Vertebraten; dann tritt mit diesen ein System von Hebelapparaten in Verbindung, das neben mannigfaltigerer Beweglichkeit des ganzen Körpers dem Nahrungserwerbe und anderen mechanischen Leistungen dient, das System der Gliedmassen. Für die Verbindung und geregelte Bewegung der Skelettteile untereinander sorgen entweder in einfacher Weise elastische Schaltstücke, wie Verbindungshäute, Bänder, Knorpelscheiben oder auf vollkommenerer Stufe wahre Gelenke, d. h. besondere, nach mechanischen Grundsätzen bewirkte Umformungen der Enden, mit denen sich Skelettteile und Hebel berühren. Hierbei sind die Endflächen stets gekrümmt und zwar zeigt das eine eine Wölbung, den Gelenkkopf, das andre eine Aushöhlung, die Gelenkpfanne. Indem der Gelenkkopf in die Pfanne passt und das ganze Gelenk von elastischen Bindegewebsmassen, den Gelenkbändern, in Form einer Gelenkkapsel umhüllt ist, werden die beiden Enden zusammengehalten und ihre Verschiebung geregelt. Um die Reibung zwischen harten Gelenkteilen zu mindern und ihrer Abnutzung vorzubeugen, sind sie bei dem Wirbeltierskelett mit einer glatten Knorpelschicht beiderseits überzogen, die von einer Absonderung aus den Gelenkbändern, der Gelenkschmiere, schlüpfrig erhalten wird. Je nach der Form der Gelenkenden ist die Möglichkeit der Verschiebung — die Exkursionsfähigkeit — zwischen ihnen bald sehr gross, bald gering, bald nur einseitig, bald nach allen Richtungen des Raumes gegeben. Erstere hängt zunächst ab von der Verschiedenheit der Flächenausdehnung des Kopfes und der Pfanne, und zwar ist die Exkursionsfähigkeit um so grösser, je weiter dieser Unterschied geht, ferner von der Krümmung der Berührungsflächen, also von dem Radius des Kreisbogens, der ihr zugrunde liegt. Durch die Radien, welche den Krümmungsbogen bedingen, wird der mit dem Grade der Krümmung zu- und abnehmende Gelenkwinkel bestimmt, dessen Grösse die Exkursionsfähigkeit des Gelenks entspricht. Je nach der Zahl der Achsen, um die eine Gelenkbewegung, eine Rotation stattfinden kann, werden drei Hauptformen von Gelenken unterschieden:

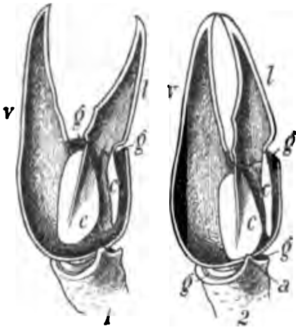


Fig. 38. Schere des Flusskrebses geöffnet (1) und geschlossen (2). *a* Gelenkangel, *g* Gelenkhaut, *c* Innenskelett, *v* vorletztes, *l* letztes Glied d. Scherenbeines (a. GOETTE).

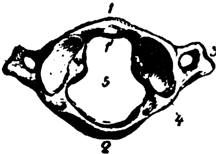


Fig. 39. Der erste Halswirbel, Atlas, des Menschen von oben. 1 der vordere Bogen des Wirbels, dessen Hinterseite 1' die Gelenkfläche für den in die vordere Ausbuchtung des Wirbelloches hineinragenden Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels bildet, 2 der hintere Bogen des Wirbels, 3 der an der Wurzel durchlöcherte rechte Querfortsatz, 4 die Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Schädel, 5 das Wirbelloch (aus LEUNIS).

1. Das Kugelgelenk, bei dem die Gelenkflächen nahezu kugelig sind, sodass ihre Form die Rotation um alle durch den Mittelpunkt der Kugel denkbaren Achsen zulassen würde, wenn nicht eine gewisse Beschränkung der Drehung durch die anderweite Gestalt der das Gelenk umgebenden Knochen oder Bänder bedingt wäre. Unter diese vielachsige Form ist z. B. das Hüftgelenk der Säugetiere zu rechnen.

2. Wenn zwei Drehungsachsen vorhanden sind, die sich rechtwinklig schneiden, so haben wir das Sattelgelenk, bei dem jede Gelenkfläche wie ein tiefer Bocksattel konvex und konkav zugleich ist, sodass jede Fläche sozusagen auf der andern reitend in nur je einer Ebene schwingt. Sattelgelenke weisen die Halswirbel der Vögel auf.

3. Das Scharniergelenk endlich gestattet die Bewegung nur in einer Ebene, weil die Gelenkflächen als Zylinderflächen in und um einander, also um die Zylinderachse rotieren. Als Beispiele seien das Ellenbogengelenk und die Gelenkverbindung des

Unterkiefers mit dem Schädel bei den Raubtieren genannt, auch gehört hierher die Drehbarkeit des ringförmigen, ersten Halswirbels (Atlas) um die zapfenähnliche Verlängerung des zweiten Wirbels, des Epistropheus, bei Säugetieren und Vögeln; bei letzteren kann die Drehung einen Bogen von beinahe 180° betragen (Fig. 39 u. 40). Oftmals sind jedoch die Gelenkflächen in der Mitte eingeschnürt, sodass nur die Enden der Zylinder als Gelenkköpfe in Berührung kommen. Da die Gelenke der Gliederfüssler nur als Scharniergelenke und zwar wegen des röhrigen Baues der Skelettstücke nach der letztgenannten Weise ausgebildet sind, ist eine Bewegung der einzelnen Teile, z. B. der Beinglieder, nach verschiedenen Richtungen auch nur durch verschiedene Verteilung der einzelnen Gelenkachsen ermöglicht.

d. Muskulatur.

§ 19. 1. Die eigentlich wirksamen Bewegungsorgane der Metazoen sind — abgesehen von der Beteiligung flimmernden Integuments bei niederen Formen von geringer Körpergrösse und bei Larven — ihre Muskeln. Während diese bei den Coelenteraten (Nesseltiere) in Verbindung mit dem Epithel als Epithelmuskelzellen vereinzelt bleiben, gehen bei den Bilateraltieren aus dem Mesoderm Bündel von Muskelfasern oder Muskeln schlechthin hervor, die sich der Innenseite des Integuments dicht anlagern und dadurch einen Hautmuskelschlauch bilden. Dieser Schlauch ist gewebt aus Längsmuskeln, queren Ringmuskeln und diagonal gekreuzten Schrägmuskeln, Schichten, die durch abwechselnde Zusammenziehung die einfachste Ortsbewegung erzielen. Durch Kontraktion der Längsfasern verkürzt, durch die der Ringmuskeln verlängert das Tier seine Achse, während die Schrägmuskeln an verwickelteren Bewegungen beteiligt sind. Bei den Würmern entsprechend deren zylindrischer Leibesform am gleichmässigsten angelegt, verlegt sich der Hautmuskelschlauch bei den Weichtieren nach der Bauchseite hin zu einer mächtigen Masse, dem sog. Fusse (Fig. 287). Da sich bei den Arthropoden das Integument durch Ueberlagerung mit einer steifen Chitinkutikula verstärkte, musste der geforderten Beweglichkeit des Körpers durch Zerlegung des Hautpanzers in Ringel entsprochen werden; zu dieser äusseren Metamerie des Arthropodenleibes hat der Muskelschlauch Anlass gegeben, indem seine zahlreichen segmentalen Stränge sich mit wenigstens einem Ende innen an die Hautsegmente anhefteten (Fig. 37). Ein ähnlicher Vorgang hat bei den Wirbeltieren platzgegriffen, jedoch hat hier der metamere Zerfall des Hautmuskelschlauches (Fig. 316) zur Bildung von Myomeren und zur Gliederung des Achsenskeletts in Wirbel geführt, die den Myomeren zum Ansatze dienen.



Fig. 40. Der zweite Halswirbel, Epistropheus, d. Menschen, von oben. 1 der Zahnfortsatz, 2 der Dornfortsatz, 3 der an der Wurzel durchlöcherte linke Querfortsatz, 4 das Wirbelloch, 5 die Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Atlas (aus LEUNIS).

Sobald sich die Ortsbewegung der als Gliedmassen (Extremitäten) bezeichneten Hebelsysteme bedient, scheiden für deren Muskelversorgung die Ringfasern aus und nur Längsbündel bewirken die Winkelstellungen der einzelnen Hebel zu einander und zum Rumpfe, also die Rotationen der Gelenke.

e. Die Ortsbewegung.

§ 20. Wenn man die Arten der Bewegung des Körpers und seiner Teile nach den benutzten Werkzeugen ordnet, so ergeben sich drei Formen:

a) Die bei Metazoen seltene amöboide Bewegung. Nur bei den niedersten Hohltieren, den Schwämmen, innerhalb der Zellverbände vorkommend, ist sie bei den übrigen Typen nur an isolierten Zellen, z. B. an manchen Samenzellen und den weissen

Blutzellen wahrzunehmen. Dagegen trifft man sie häufig bei den frühesten, aus der Eifurchung sich ergebenden embryonalen Gewebszellen.

b) Für die Wimperbewegung kommt zunächst eine Bekleidung aus eigentlichen Wimpern in Betracht, beschränkt auf solche Strecken, die mit Flüssigkeiten in Berührung stehen. Sie bezweckt auf äusseren wie inneren Flächen eine Strömung in der bespülenden Flüssigkeit zu erzeugen behufs Gaswechsel, Nahrungszufuhr, Entfernung von Auswurfsstoffen und Fremdkörpern u. s. w. Bei kleinen schwimmenden Geschöpfen genügt die Wimperbewegung zum Schwimmen u. zw. bald durch ein vollkommenes Kleid, bald nur durch Schnüre und Schöpfe von Wimpern. Als abgeändertes Wimpern ist die Geisselbewegung zu betrachten, die durch die Geisseln an den sogenannten Kragenzellen der Schwämme zum Bewegen des die Hohlräume dieser Tiere erfüllenden Wassers verkörpert wird, sich ferner bei sehr vielen Samenzellen und schwimmenden Larven als Lokomotionsmittel findet. Die Ruderplattenbewegung endlich — nur den Rippenquallen *(Ctenophora)* eigen — beruht auf Plättchen aus verkitteten Wimpern, die in Reihen (Rippen) angeordnet die gleichsinnige Bewegung mit gewöhnlichen Wimperfluren teilen (Fig. 41).

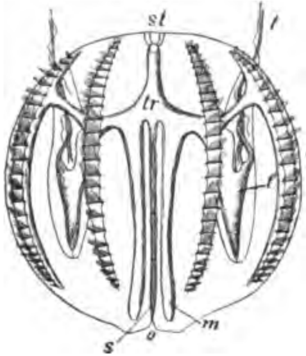


Fig. 41. Rippenqualle von der Seite. *o* Mund, *s* Schlund, *tr* Trichter, *mg* Gefässe, *m* Magengefässe, *t* Tentakel, *t'* Tentakelwurzel, *r* Ruderplättchen, *st* Statozyste (aus GOETTE).

c) Die Muskelbewegung beruht auf der Zusammenziehung von Muskelfasern auf einen Nervenreiz hin; ihre Leistung wächst mit dem zunehmenden Querschnitte des Muskels und äussert sich darin, dass je nach der Anheftung des letzteren das leichter bewegliche Ende nach dem anderen, fester fixierten hingezogen wird. Abgesehen von der oben geschilderten Körpermuskulatur findet die Muskelbewegung in einer an die Verhältnisse jener sich anlehnenden Weise für die Bewegung innerer Organe — des Darms, der Blutgefässe, der Harn- und Geschlechtswerkzeuge — Verwendung, besonders ausgebildet ist sie aber in der Hebelbewegung der Gliedmassen. Diese wird bewirkt, indem sich Muskeln in der Nähe der Drehpunkte ansetzen, z. B. die Beugemuskeln des Unterarms dicht unterhalb des Ellenbogens, in diesem Falle einem einarmigen Hebel. Obwohl bei dieser geringen Länge des Hebelarms das Drehungsmoment (Kraft $\times$ Hebelarm) rechnungsmässig nur klein sein würde, so gleicht sich doch der Mangel durch den Vorteil aus, dass der Muskel sich nur ein wenig zu verkürzen braucht, um doch am entfernten Ende des bewegten Knochens eine umfangreiche Bewegung hervorzurufen. Ihrer Wirkung nach unterscheiden sich die Bewegungsmuskeln der Gliedmassen als Beuger (Flexores, Adductores), Spanner (Tensores, Abductores) und Dreher (Rotatores): die Beuger stellen Winkel zwischen Skelettstücken her, die Spanner heben solche auf, die Dreher bewirken eine Bewegung eines Stückes um seine eigene Längsachse.

Die auf diesen Bewegungsarten beruhenden Leistungen bemessen sich in erster Linie nach dem Mittel, in dem jene stattfindet, demnächst nach der Grösse des Tieres. Im Wasser wird der grösste Teil der Körperlast von jenem getragen, weil das spezifische Gewicht der Tiere nur wenig grösser als 1 ist, während auf dem Lande fast die ganze Last vom Tiere selbst getragen werden muss, beim Flug in der Luft jede Unterstützung fehlt. Ferner wird mit Zunahme der Last eine immer grössere Kraftleistung von der Bewegung verlangt, weil die Last im Kubus wächst, die Kraft nur im Quadrat. So sind denn auch kleinere Tiere verhältnismässig stärker als grosse: der Hund zieht das 6–10fache, das Pferd nur das 3fache seines Gewichts.

Was zunächst die Bewegung im Wasser belangt, so begnügen sich viele kleine Wesen damit, sich in diesem Mittel in der Schwebe zu erhalten, wozu ihnen teils Gasblasen und Öltropfen im Körperinnern — zur Gewichtserniedrigung — teils allerlei Körperfortsätze wie Borsten, lange Beine etc. — zur Oberflächenvergrösserung — dienlich sind. Im Gegensatze zu diesen nur auf ein Beharrren zielenden Einrichtungen hat das aktive Schwimmen Ortsveränderungen zum Zwecke. Es erscheint bald als Schlängeln durchs Wasser bei Ringelwürmern und Egeln, bald als Rudern mit den verschiedensten Gliedmassen: Flohkrebse (Fig. 134) arbeiten mit ihren durch Borstenbesatz vergrösserten Fühlern, Wasserinsekten mit ebenso verbreiterten Hinterfüssen (Fig. 223), Fische mit dem zu einer senkrechten Schwanzflosse erweiterten Hinterkörper, während bei Krebsen (Fig. 37), Seeschildkröten (Fig. 362), Robben (Fig. 426) und Schwimmvögeln (Fig. 378) die ursprünglich zum Laufen dienenden paarigen Gliedmassen zu Flossen umgebildet sind, was sich bei den Pinguinen (Fig. 387) sogar auf die Flügel erstreckt. Die Quallen und Tintenfische endlich helfen sich durch ruckweises Auspressen des Wassers aus Körperhöhlen, gewisse Muscheln ebenso durch rasches Schliessen ihrer Schalen, sämtlich also durch Rückstoss. Auf ganz besondere Weise schieben sich die Stachelhäuter fort, indem sie kleine Anhangsbläschen ihrer Körperwand durch das Wassergefässsystem mit Seewasser füllen und diese angeschwollenen Bläschen (Ambulakralfüsschen) abwechselnd strecken und wieder verkürzen.

Auf dem Lande muss der schwere, auf dem Boden schleifende Körper durch abwechselnde Verlängerung und Verkürzung in der beabsichtigten Bewegungsrichtung vorwärts gezogen werden: Kriechen. Um die kraftverzehrende Reibung zu vermindern, sondern die Schnecken andauernd ein Schleimband zwischen der Kriechsohle ihres Fusses und der Unterlage aus und gleiten darüber hinweg. Ein Fortschritt wird erzielt durch Ausgliederung von Fussstummeln, die als Stützpunkte dienen, wie sie die auf dem Boden der Gewässer kriechenden Ringelwürmer (Fig. 56) und niedersten Gliederfüssler (*Peripatus*, Fig. 147) besitzen, in weiterer Folge durch paarige Hebel, die echten Gliedmassen der Arthropoden und Vertebraten, wodurch der Leib über den Boden gehoben, die Reibung auf ein Geringes beschränkt wird. Für die hierzu nötige hohe Arbeitsleistung ist die quergestreifte Muskulatur in vollem Umfange des Bewegungsapparates benutzt. Die Gliedmassen sind auf einfacher Stufe noch homonom auf alle Metameren verteilt (Tausendfüsser), um sich dann immer mehr unter Abnahme der Zahl auf den Vorderleib zurückzuziehen; der Schwund geht von einigen dreissig Beinpaaren bei Krebsen auf vier Paar bei den Spinnentieren, drei bei Insekten und zwei bei den Wirbeltieren zurück. Aber selbst von diesen verminderten Ausstattungen können Teile der Ortsbewegung entzogen und andern Zwecken, etwa dem Graben, dem Beutefang etc. nutzbar gemacht werden, wobei es fast immer das hinterste Beinpaar ist, das der ursprünglichen Bestimmung am längsten erhalten bleibt. Zur Vermehrung der Schnelligkeit strecken, verlängern sich die Gliedmassen; um die Reibung mit dem Boden zu vermindern, lösen sie sich immer mehr vom Boden ab, bis ihn nur noch das Extremitätenende berührt; in seinem Werden lässt sich dieser Vorgang sehr schön bei den Nagetieren an Wühl-, Wald- und Springmaus verfolgen (Fig. 425, 422, 42).

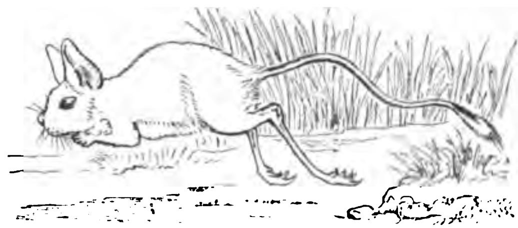


Fig. 42. Wüstenspringmaus, *Dipus aegyptius*. (Aus LEUNIS).

Neben den Gliedmassen kann das verlängerte Achsenskelett der Wirbeltiere, der

Schwanz, benutzt werden als Stütze (Känguruh), Steuer (Springmaus), Greif- oder Kletterschwanz (Chamäleon, Fig. 50); oder es treten die beweglichen Rippen an die Stelle verlorener Extremitäten (Schlangen).

Zu längerer Bewegung in der Luft, zum Fluge, sind nur die Insekten und einige Klassen der Wirbeltiere imstande. Dem Besitze der eigentlichen Flugorgane, der Flügel, gehen Fallschirme voraus, die man freilich nur vereinzelt bei Fischen, Reptilien und Säugetieren findet.

– – –

Als Anhang zum Muskelsystem mögen die elektrischen Organe Erwähnung finden, da sie als umgewandelte quergestreifte Muskulatur aufzufassen sind. Sie kommen nur bei einigen Fischen vor, in stärkster Ausbildung beim Zitterrochen *(Torpedo)*, Zitteraal *(Gymnotus)* und Zitterwels *(Malapterurus)*. Die gallertartig aussehenden, sehr nervenreichen Organe bestehen aus Anhäufungen elektrischer Platten, die zu regelmässigen Säulen übereinander geordnet sind. In jeder Platte werden auf Nervenerregung hin beide Arten Elektrizität entwickelt, deren jede sich infolge gleicher Richtung der Platten an einem Pole der Säulen anhäuft, sodass sich die Spannung bei Berührung beider Pole ausgleicht, eine elektrische Entladung stattfindet.

f. Ernährungsorgane.

§ 21. Zur Erhaltung des Stoffwechsels muss das Tier verbrauchte Teile durch Einfuhr geeigneter Stoffe ersetzen. Doch ist dieser Ersatz in den allermeisten Fällen nicht ohne weiteres in den Kreislauf der Stoffe einführbar, sondern muss erst zweckentsprechend vorbereitet, nämlich mechanisch zerkleinert, gelöst und in gewissem Masse chemisch verändert werden. Dieser Vorgang, die Verdauung, geschieht in einem Hohlraume, dem Darme.

Bei den Coelenteraten dient zwar die ursprüngliche Urdarmhöhle während des ganzen Lebens als afterloser Darm, doch bilden sich gewisse Nesseltiere *(Scyphozoa)* ein ektodermales Schlundrohr dazu, während bei den niedersten Formen des genannten Tierstammes, den Schwämmen, die Darmhöhle durch besonders gebildete mehrfache Ein- und Ausfuhröffnungen den Nahrungsaustausch unterhält. Bei ersteren verzweigt sich der Urdarm in den Radien und weiterhin im ganzen Körper, dem er mangels eines Gefässsystems die Ernährungsflüssigkeit zuführen muss (Gastrovaskularsystem). Auch die radiär gebauten Seesterne weisen Ausstülpungen des Darmes in die Radien auf, (Fig. 293), während ihre nahen Verwandten, die Seesterne (Fig. 294) und die Holothurien ein unverzweigtes Verdauungsrohr haben. Dagegen führen die übrigen Tiere mit primärer Leibeshöhle als Darm einen ursprünglich einfachen Sack oder Schlauch, dessen Anfang gewöhnlich mit Hilfsorganen zur Einführung der Nahrung, einem Mund, versehen ist, während das Ende eine Oeffnung zum Ausstossen der unverdaulichen Teile, den After, besitzt. Die eigentliche verdauende Strecke des Darmes ist mit Drüsenepithel, meist von entodermatischem Ursprung, ausgekleidet, der Anfangsteil (Stomatodäum) und der Endabschnitt (Proktodäum) entstammen dem Ektoderm, sodass die drei Abschnitte erst im Laufe der Embryonalentwicklung zum Verschmelzen kommen (Fig. 43). Nicht selten fällt jedoch bei Evertebraten der After aus, sodass der Kot (Fäces) das hinten geschlossene Darmrohr wieder durch die Mundöffnung verlassen muss (z. B. bei manchen Plattwürmern, Fig. 44); in letzterem Falle kann das Organ gegabelt, also verdoppelt sein.

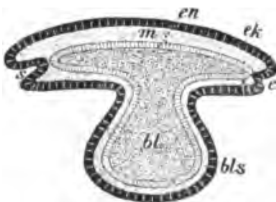


Fig. 43. Schema eines Embryos mit Dottersack im Längsschnitt. Zugleich zur Illustration der Bildung von Mundhöhle und Enddarm. *bl* Nahrungsdotter, *ek* Ekto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm, *s* Anlage der Mundöffnung, *e* des Enddarms (aus BOAS).

Bei den Tieren von zweiseitiger Symmetrie verläuft der Darm ebenfalls in der Hauptachse von Mund zu After, z. B. beim Flohkrebs (Fig. 136), nur wird ein die erstere an Länge übertreffender Darm, um in der Leibeshöhle Platz zu finden, unsymmetrisch aufgewickelt sein müssen (Fig. 405). Auf nachträgliche Verlagerung nach vorne deutet es hin, wenn der After in die mehr oder minder unmittelbare Nähe des Mundes rückt, sodass der Darm im Endabschnitt nach vorne umbiegt, wie dies die Ascidien (Fig. 299) und der Aal zeigen. Der Darmschlauch ist aus Bindegewebe und glatten Muskelfasern gewebt, seine Innenwand mit einer Epitheldecke, der **D a r m s c h l e i m h a u t**, bekleidet.



Fig. 44. Darmkanal. (*D*) von *Fasciola* [*Distomum*] *hepatica*. (nach LEUCKART aus CLAUS-GROBBEN).

Wenn die Nahrung irgendwelchen mehrfachen Umwandlungen zu unterwerfen ist, ehe sie in aufnehmbare Form übergeht, so treten an dem eigentlich einfachen Schlauch Differenzierungen mannigfaltiger Art auf, die nach Form wie geweblicher Zusammensetzung den geforderten Sonderleistungen entsprechen (Fig. 45). Der Weite nach finden sich Abschnitte wie Schlund, Kropf, Magen gesondert, oder es erhält eine Strecke besonders starken Muskelbelag, wie der Kaumagen der Vögel (Fig. 46), oder es wechselt endlich die Beschaffenheit des Darmepithels. Dies erscheint in den Abteilungen, welche die Nahrung nur durchläuft, ohne wesentlich verändert zu werden, am einfachsten, während für das Fortschieben feinster Nahrungsteilchen ein Wimperepithel, für die Abscheidung der verdauenden Säfte Drüsengruppen, für die Aufsaugung des Nährsaftes sehr gefässreiches Epithel auftreten. Ferner entspricht die Ausbildung der inneren Darmfläche funktionellen Einzelbedingungen, nämlich einerseits der Vergrösserung der absondernden Fläche durch seitliche Ausstülpungen und Verzweigungen. Diese können so klein bleiben, dass sie innerhalb des Wandquerschnitts Platz finden, z. B. die Labdrüsen des Magens, oder sie lösen sich bis auf einen Verbindungsgang vom Darmrohr völlig ab — eigene drüsige Organe von erheblicher Masse, die **V e r d a u u n g s d r ü s e n**, bildend: Speicheldrüsen, Leber, Bauchspeicheldrüse u. a. m. (Fig. 47). Andrerseits wird die resorbierende Fläche durch Längs- und Querwülste der Schleimhaut, durch seitliche Aussackungen oder Divertikel, die sich bis in den äussersten Umkreis des Leibes erstrecken können (Fig. 1), und Verästelungen (Fig. 44) des Darms vergrössert.

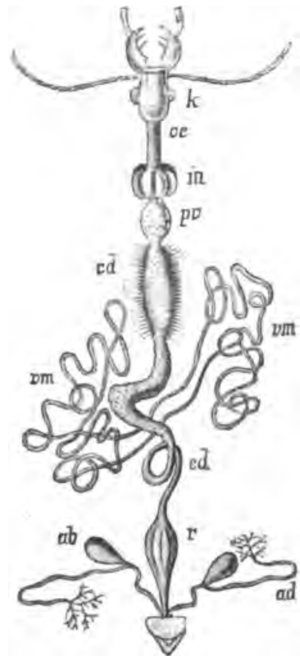


Fig. 45. Darm von *Carabus auratus*. *k* Kopf mit Mundteilen, *oe* Oesophagus, *in* Kropf, *pv* Kaumagen, *cd* Chylusmagen mit Zöttchen, *vm* Malpighische Gefässe, *ed* Enddarm mit Rectum (*r*), *ad* Analdrüsen mit muskuloser Anhangsblase ab (nach DUFOUR aus LANG).

Auch die Art der Nahrung hat weitgehenden Einfluss auf die Ausbildung des Darmkanals nach Länge und Gliederung. Pflanzenfresser bedürfen zur Verarbeitung ihrer wasserreichen und deshalb in grossen Massen verzehrten Nahrung eines Darmes von grossem Fassungsraume, also eines sehr langen Rohres, das dann zur Platzersparnis vielfach zusammengeknäuelt oder selbst spiralig aufgewunden wird; da die Verdauung von pflanzlichen Stoffen keine besonderen Anforderungen an die Ausstattung des Darmes stellt, ist dieser wenig gegliedert. Dagegen genügt zur Assimilation der nährstoffreichen, festeren

Kost eines Fleischfressers ein kurzes, aber vielseitig ausgebildetes Darmrohr (Fig. 45). Wie diese Gegensätze oft bei naheverwandten Tierformen verkörpert sind, zeigt der einfache, lange, aufgewundene Darm der pflanzenfressenden Kaulquappe und der kürzere, drüsenreiche und verschieden weite des erwachsenen räuberischen Froschlurchs oder in gleicher Gegenüberstellung derjenige des Maikäfers und eines Laufkäfers, eines Wiederkäuers und eines Raubtiers u. s. w.

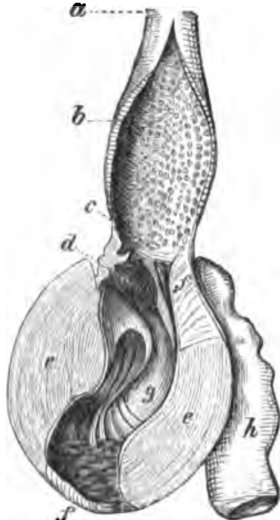


Fig. 46. Magen des Huhns. *a* Speiseröhre, *b* Drüsenmagen, *c* Uebergang in den Muskelmagen, *d* Pylorus, *e* Seitenmuskeln, *f* Zwischenmuskel, *g* Reibeplatten, *h* Dünndarm (aus PAGENSTECHER).

Für die Benennungen der Darmabschnitte und Anhangsdrüsen sind zwar die Ausdrücke der menschlichen Anatomie auf alle Tiere übertragen worden, jedoch erfordert die morphologische Uebersichtlichkeit folgende allgemeingültige Namen: der eigentliche, verdauend wirksame und meist vom Entoderm gelieferte Teil heisst Mitteldarm, seine ektodermatischen Anfangs- und Endstücke Vorder- und Enddarm.

Der Vorderdarm beginnt mit einer Mundöffnung, der sich die Mundhöhle anschliesst; als Anhangsdrüsen treten Speicheldrüsen auf. Durch den Schlund oder Rachen (Pharynx) geht die Mundhöhle in die Speiseröhre (Oesophagus) über, an der sich namentlich bei Vögeln noch Kropf und Drüsenmagen sondern (Fig. 47). Am Mitteldarme kann man meist den nur der Verdauung dienenden Magen und einen sowohl für diese wie für die Aufsaugung des Nährsaftes wirksamen eigentlichen „Darm“, häufig auch Dünndarm genannt, unterscheiden; in den Mitteldarm münden in der Nachbarschaft des Magens Leber und Bauchspeicheldrüse (Pankreas), die beide freilich bei den Wirbellosen noch vereinigt sind als Hepatopankreas.' Als resorbierende blinde Aussackungen finden sich öfters Blinddärme, besonders bei lachsartigen Fischen (Fig. 348), Vögeln (Fig. 47) und manchen Säugern, z. B. dem Hasen. Der Enddarm endlich ist ein verhältnismässig kurzes Rohr, von dem nur das letzte Stück muskelreicher ist (Mastdarm), um die angesammelten Kotmassen auszupressen.

An diesen mehr oder minder vollkommen erkennbaren Darmabschnitten prägen sich weitere mannigfaltige Einrichtungen aus, die den Teilvorgängen bei der Ernährung angepasst sind; sie lassen sich scharf sondern in solche, welche für die Verarbeitung fester Nahrung dienen — der weitaus häufigere Fall — und solche für flüssige Nahrung. Die ersteren bezwecken einesteils mechanische Leistungen, d. h. das Ergreifen und Zerkleinern der Stoffe und die Weiterbeförderung in den Darmkanal. Dann ist die Mundöffnung entsprechend den umfangreichen Bissen oft sehr weit gespalten (Nachtschwalbe, Fig. 48), oder zu einem Fangsack, Hamen ausgebildet (Pelikan, Fig. 379 g). Als Vorrichtungen zum Packen, Festhalten und Weitergeben des Futters treten bald Wimperbezirke (Rädertiere [Fig. 130], Schwämme), bald bewegliche Lippen oder Greifarme (Tentakeln) hinzu, wie sie z. B. bei Polypen, Moostierchen, Tintenfischen, ja sogar beim Elefanten als Rüssel mit „Finger“ vorkommen, oder es werden besondre Mundgliedmassen ausgebildet (Arthropoden). Auch eigentliche, von der Mundöffnung abgekehrte Gliedmassen werden in dieser Weise benutzt — Raubbeine von Insekten (Fig. 49), Fangfüsse der Raubvögel, Vorderbeine von Katzen, Nagetieren, Affen — endlich innere ausstreckbare Organe: der ausstülpbare Magen der Seesterne, die Zunge beim Chamäleon (Fig. 50), Specht, den Wiederkäuern. Besondere seiherartige Mundbildungen haben solche Tiere, die das Wasser oder den Schlamm auf darin ent-

haltene winzige Nahrungsteilchen einschöpfen, wodurch letztere in der Mundhöhle zurückgehalten, erstere herausgepresst werden; so die Bartenwale durch den Bartenbesatz (Fischbein) ihres gewaltigen Maules (Fig. 429), die Enten und Flamingos als Zahnschnäbler, die karpfenähnlichen Fische durch den Besatz ihrer Kiemenbögen mit Reihen ineinandergreifender Stäbchen. Stets in unmittelbarer Nähe der Mundhöhle (Vogelschnabel) oder in ihr selber sind zerkleinernde Organe angebracht: Kauapparat der Seeigel (Fig. 51), Radula der Schnecken (Fig. 284, 289), Schlundzähne der Weissfische (Fig. 357), Zähne der Wirbeltiere; sogar tief drinnen im Darmrohr liegt die „Magenmühle“ des Krebses und die zermalmenden Reibeplatten im Muskelmagen der Vögel (Fig. 46). Auch kann die eingenommene Nahrung in besonderen Behältnissen vorläufig aufbewahrt werden, um erst später zur Verarbeitung zu gelangen, wie jenes z. B. in den Backentaschen der Nager und im „Pansen“ der Wiederkäuer geschieht (Fig. 430). In das eigentliche Darmrohr wird das Verzehrte von der Zunge und der quergestreiften Muskulatur der Schlundwandung geschoben, während die Weiterbeförderung durch langsame, rhythmische Bewegungen (Peristaltik) der glatten Darmmuskeln erfolgt, von denen eine Längsschicht aussen, die Ringfaserschicht innen gelegen ist; zur zeitweiligen Zurückhaltung sind an einigen Stellen ringförmige Muskelverschlüsse (Sphinkteren) angebracht, die den Darm einschnüren: Pförtner am Hinterende des Magens, Afterschliessmuskel.

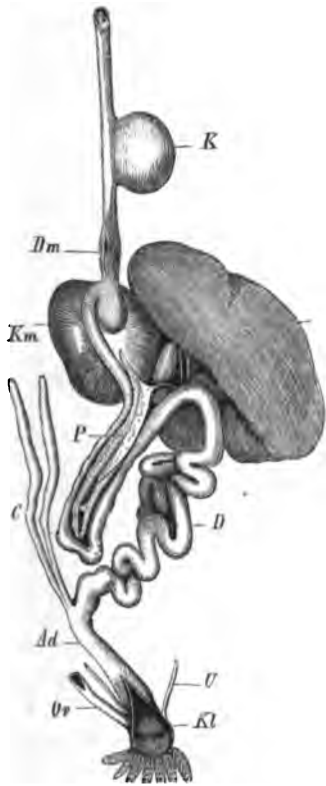


Fig. 47. Darmkanal eines Vogels. *oe* Speiseröhre, *k* Kropf, *dm* Drüsenmagen, *Km* Muskelmagen, *D* Mitteldarm, *P* Pankreas, *H* Leber, *C* Blinddärme, *Ad* Dickdarm, *U* Harnleiter, *Ov* Eileiter, *Kl* Kloake (aus BERGMANN und LEUKART).



Fig. 48. Kopf der Nachtschwalbe mit geöffnetem Rachen (a. LEUNIS).

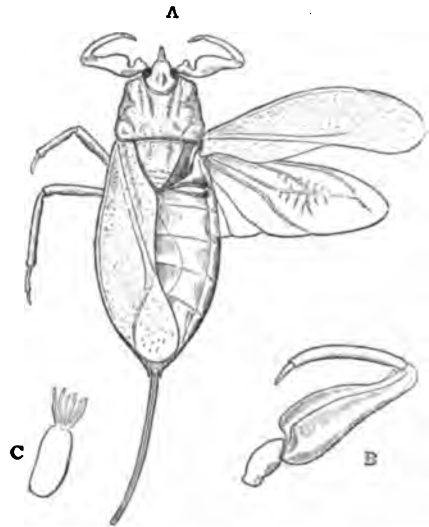


Fig. 49. *Nepa cinerea*. *A* Imago, *B* Fangbein, *C* Ei (aus MIALL).

Der zerkleinerte Nährstoff oder S p e i s e b r e i (Chymus) unterliegt dann der c h e m i s c h e n Beeinflussung durch zahlreiche Drüsen an verschiedenen Darmstrecken. Den Anfang machen die Speicheldrüsen, welche hauptsächlich die Durchfeuchtung, aber auch Veränderungen gewisser Bestandteile bewirken; sie können einem Funktionswechsel unterliegen, indem sie Gifte oder Säuren zum Auflösen des Hautpanzers von Beutetieren liefern (manche Seeschnecken). Dann folgen die eigentlichen verdauenden Drüsen, wie die Labdrüsen des Magens, die Galle absondernde Leber, die Bauchspeicheldrüse und die Darmdrüsen in den Wandungen des Mitteldarms und der Blinddärme.

Weiterhin kommt die gelöste Nahrung oder der Speisesaft (Chylus) zur Aufsaugung durch die resorbierenden Strecken der Darmwandung, deren Aufnahmefähigkeit von ihrer Flächenausdehnung abhängt. Daher finden sich Vermehrungen dieser

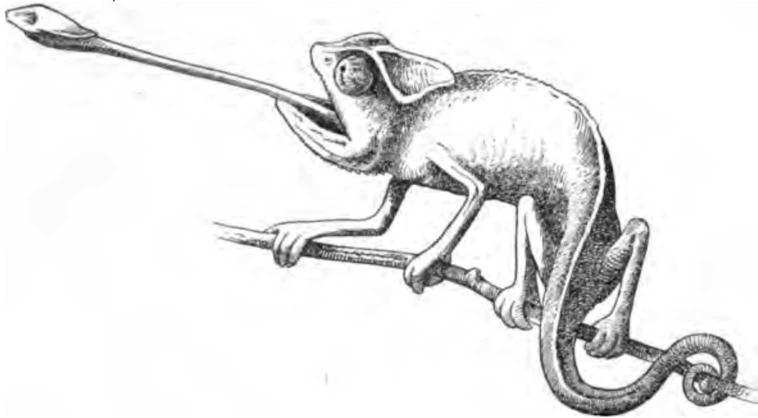


Fig. 50. *Chamaeleo vulgaris* (nach BREHM aus GOETTE).

durch die schon genannten Divertikel, wie Blinddärme, oder ohne Querschnittvergrösserung durch innere Falten- und Zottenbildung (Fig. 52), sowie bei manchen Fischen durch eine spiralig gewundene Längsfalte (Fig. 53).

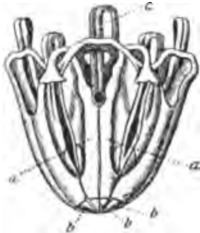


Fig. 51. Kieferapparat eines regulären Seeigels, von der Seite. *aa* Die beiden Hälften einer Kieferpyramide, *b* äusseres, *c* inneres Zahnende (aus LEUNIS).

Als Organ zur Ausfuhr des Kotes wirkt bei afterlosen Tieren die Mundöffnung, sonst immer der Enddarm, dessen Länge, Weite, innere Flächenbildung den Exkrementen besondere und oft für einzelne Gruppen bezeichnende Formen verleiht; man beachte hierzu die „Losung" des Wildes, den Kot der Mäuse, Schmetterlings- und Blattwespenraupen, die fossilen Koprolithen der Ichthyosaurier (Fig. 54—55), aus deren Aufbau der Besitz eines Spiraldarmes zu erschliessen ist, u. s. w. Auch der Enddarm übernimmt gelegentlich anderweite Arbeiten, namentlich für die Atmung bei Wassertieren, z. B. bei Libellenlarven und Holothurien. Die Afteröffnung liegt entweder auf der Oberfläche des Körpers selber oder in einer Einstülpung der Leibeswand (Kloake) verborgen.

Viel kürzer lassen sich die Bildungen abhandeln, welche für Aufnahme flüssiger Nahrung eingerichtet sind. Hinter einer engen oder noch in mehrere kleinere zerlegten Mundöffnung folgt ein Saugrohr, das in die aufzunehmende Flüssigkeit taucht (Schmetterling) oder sich den Weg dazu durch Verletzung des nahrungspendenden Organismus schafft (Schnabelkerfe). Zur Erleichterung des Saugens kann ein Saugnapf den luftleeren Raum herstellen (Trematoden) und jener wieder mit kleinen Schneiden zum Anritzen der auszubeutenden Fläche bewaffnet sein (Blutegel). Als eigentlicher Saugmechanismus dient der Schlund, dem oft ein starker Muskelbelag die nötige abwechselnde Erweiterung und Verengerung, also Pumpbewegungen ermöglicht (Fadenwürmer, Fig. 126). Das Darmrohr ist wenig geteilt, namentlich bei dem Mangel fester Kotmassen ohne Endabschnitt, doch gibt es gelegentlich besondere Sammelbehältnisse für die aufgesogenen Säfte, z. B. bei Schmetterlingen (Fig. 191) und Fliegen.



Fig. 52. Schleimhautfalten im Darm eines Knochenfisches (aus WIEDERSHEIM).

Die Bestimmung aller der hiermit geschilderten Einrichtungen ist die, dass die verzehrte Nahrung verdaut, d. h. in einen Zu-

stand übergeführt wird, der sie unmittelbar in Gewebsbestandteile zu verwandeln gestattet. Dazu gehört, dass die einzelnen Nahrungsstoffe löslich und zum osmotischen Eindringen in das Innere der Darmepithelzellen geeignet gemacht werden. Die hierauf abzielenden chemischen Veränderungen sind keine grundlegenden, insofern nämlich die drei grossen Gruppen der Nährstoffe, Proteine, Kohlenhydrate und Fette, als solche unverändert bleiben, vielmehr werden nur die zu diesen gehörenden schwer oder gar

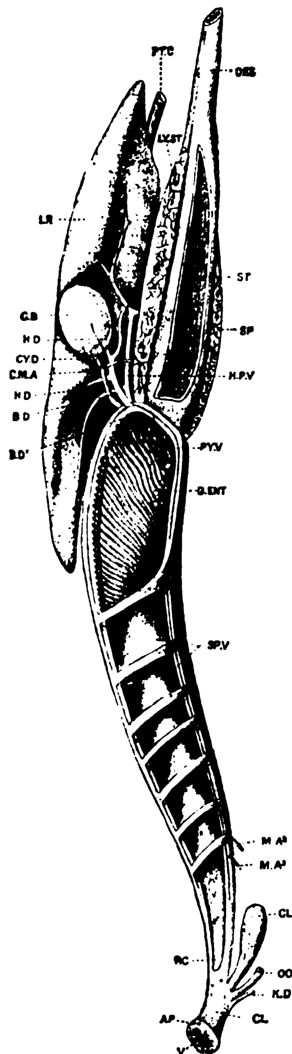
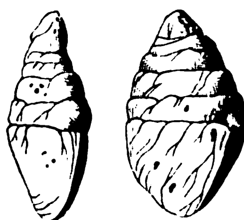


Fig. 53. Darm eines Lungenfisches (*Protopterus annectens*) *Oes* Speiseröhre, *Sv* Magen, *Lr* Leber, *GB* Gallenblase, *Hd* Gallengänge, *Sp* Milz, *Spv* Spiralfalte, *Cl* Kloake, *Clc* Blindsack derselben (nach PARKER aus WIEDERSHEIM).


Fig. 54. Koprolithen, um die spiralige Aufwickelung an der Oberfläche zu zeigen (aus LEUNIS).

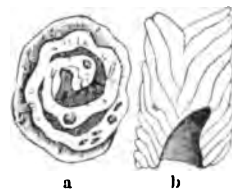


Fig. 55. Innerer Bau eines Koprolithen. *a* Querschnitt; die schwarzen Punkte bestehen aus Knochenstücken und Schuppen gefressener Fische; *b* senkr. Schnitt (aus LEUNIS).

nicht löslichen und für Osmose ungeeigneten Körper in lösliche und diffusionsfähige Verbindungen übergeführt, z. B. aus den Proteinen die Globuline und Albumine in Albumosen und Peptone, aus den Kohlenhydraten die Stärke in verschiedene Zuckerarten. Mehr physikalisch als chemisch verändert werden die Fette, da sie nur der Zerteilung in feinste Tröpfchen bedürfen, um resorbiert zu werden. Die solche Umwandlungen bewirkenden Bestandteile der Darmdrüsensekrete heissen ungeformte Fermente oder E n z y m e, die entsprechend ihren Leistungen als eiweisslösende (proteolytische), stärkelösende (amylolytische) und fettspaltende auftreten. Die Verdauung findet bei niedersten Metazoen, nämlich Schwämmen, Nesseltieren und Plattwürmern innerhalb der Epithelzellen des Darmes statt, die mittelst amöboider Fortsätze die Nahrungsteilchen in sich hineinziehen (i n t r a z e l l u l ä r e V e r d a u u n g), sonst im Hohlraume des Darms nach Absonderung der verdauenden Säfte durch die Drüsenzellen (e x t r a z e l l u l ä r e V e r d a u u n g). Im letzteren Falle und zwar bei Wirbeltieren erfolgt die Aufsaugung und Weiterbeförderung des resorptionsfähigen Chylus teils durch feinste Blutgefässe, in die jener durch Diffusion gelangt, teils — und zwar gilt dies besonders für die schwerer diffundierenden Fetttröpfchen — durch besondere Leitungen, die Chylusgefässe der Darmzotten, welche mit dem Lymphgefässsystem (s. S. 49) im Zusammenhange stehen. An Stelle dieser hochausgebildeten Leitungswege tritt bei den Wirbellosen die Weiterbeförderung in den Bluträumen oder in der Leibeshöhle; bei parenchymatischen Würmern kreist der Chylus sogar einfach in den Zwischenräumen des Körperbindegewebes.

Ganz abweichend von den bisher geltenden Formen der Ernährung und der ihr

dienenden Organe verhält sich der Bau mancher Schmarotzer, deren Darm infolge weitgehender Rückbildung gänzlich geschwunden ist, sodass die Ernährung durch die Körperbedeckung hindurch auf osmotischem Wege erfolgt: Bandwürmer. Da diese Parasiten in der Lage sind, die Stoffe zu ihrer Gewebsbildung in fertiger Form aus den Körpersäften ihrer Wirte zu beziehen, fällt eine Verdauungsarbeit für sie völlig weg.

§ 22. Die Nahrung im Tierreiche. Die Tiere lassen sich nach der Auswahl, die sie in ihrer Nahrung treffen, i. A. sondern in Allesfresser (Omnivore), die sowohl pflanzliche wie tierische Kost zu sich nehmen, ferner in Pflanzenfresser (Phytophage) und Fleischfresser (Zoophage); unter letzteren beiden sind monophag solche, die sich ausschliesslich von einer Art organischer Wesen nähren, während die polyphagen keine besondere Auswahl treffen.

Pflanzenfresser sind unter den Meerestieren verhältnismässig selten, da ihnen nur niederste Pflanzen, zumal Kieselalgen, zur Verfügung stehen, die Mehrzahl ist dagegen Räuber oder lebt von Leichen und tierischem Abfall.

Auch die Landtiere haben sich seit ihrem Entstehen in früheren Erdepochen sicherlich zuerst nur von niederen Kryptogamen und organischem Moder ernährt, um dann auf die den ersteren in chemischer Hinsicht nahekommende Fleischkost überzugehen; auch die Verzehrer von Dung, wie es ganze Insektenfamilien sind, möchten eine Fortbildung der Moderfresser sein. Erst mit dem Entstehen des aus Phanerogamen gebildeten Pflanzenkleides der Erde fingen die Tiere an, die krautigen und holzigen Pflanzen für sich auszunutzen, wobei die Nadelbäume den Anfang machten, die Angiospermen erst spät angenommen wurden.

Ausserhalb der eingangs erwähnten Gruppen, wennschon durch zahlreiche Uebergänge mit ihnen verbunden, stehen die Schmarotzer oder Parasiten, die sich auf Kosten anderer Tiere, ihrer Wirte, die zum Lebensunterhalte nötige Nahrung verschaffen, nämlich von Teilen des Körpers dieser, z. B. vom Blute, oder von deren aufgenommener Nahrung. Je nachdem sich die Schmarotzer nur zeitweilig — für die Nahrungsaufnahme — mit dem Wirte in Verbindung setzen oder dauernd auf oder in ihm hausen, erscheinen sie als zeitweilige (temporäre) bez. ständige (stationäre) Parasiten; Aufenthalt an der äusseren Oberfläche oder im Innern des Wirtes lässt Aussen- und Binnenschmarotzer (Ekto- und Entoparasiten) unterscheiden. Unter den Ektoparasiten kann es sowohl zeitweilige geben (Flöhe, Wanzen, Stechmücken) wie dauernde (Läuse), während Entoparasiten nur dauernd vorzukommen vermögen. Verwickelter wird das Schmarotzertum einer Tierart, wenn sie in der Jugend in einem anderen Wirte schmarotzt als im geschlechtsreifen Zustande, sodass sie ersteren als Zwischenwirt, letzteren als Endwirt besitzt. Dann muss der Parasit zur Erreichung der Fortpflanzungsreife einen Wirtswechsel vornehmen, der nur passiv zu sein braucht, wenn der Endwirt den Zwischenwirt mitsamt dem darin lebenden jungen Parasiten verzehrt, wie z. B. der Bandwurm *Taenia saginata* im jugendlichen Finnenzustande im Rind als Zwischenwirt vorkommt, vom Menschen mit dem Rindfleisch verzehrt sich in diesem als seinem Endwirte zum vollkommenen Bandwurme entwickelt. Beim aktiven Wirtswechsel verlässt dagegen der junge Schmarotzer den Zwischenwirt, um als freilebendes Tier den Endwirt, in dem er sich wieder zum Parasiten wandelt, aufzusuchen oder sonstwie in ihn einzudringen. Auch gibt es Schmarotzer, die nur in der Jugend parasitieren, z. B. die Dasselfliegen als Maden unter der Haut des Wildes, oder nur im erwachsenen Zustande, z. B. die Flöhe.

Auf den äusseren und inneren Bau eines Tieres übt die schmarotzende Lebensweise einen erheblich umbildenden Einfluss aus, indem sie einerseits Neubildungen, wie Haft- und Klammerorgane und Saugnäpfe verlangt, anderseits Organe rückbildet

oder verschwinden lässt, die unter den günstigen Lebensbedingungen eines Parasiten überflüssig werden. Diese Rückbildungen betreffen namentlich Bewegungswerkzeuge (Beine, Flügel), Sinnesorgane (Augen) und sogar die Ernährungsorgane (s. o.). Die von den Parasiten vielfach angenommene festsitzende Lebensweise würde bei der Schwierigkeit geschlechtlicher Vereinigung ihre Vermehrung sehr behindern, wenn nicht viele zum Zwitterzustande übergegangen wären, dem sich vielfach noch Selbstbefruchtung zugesellt, und wenn sie nicht oft besondere Fruchtbarkeit besässen.

Die einzelnen Abteilungen des Tierreichs sind sehr verschieden reich an Schmarotzerformen. Unter den Wirbeltieren weisen nur die Fische in den Cyclostomen einige Halbschmarotzer auf, auch unter den Weichtieren, Ringelwürmern (Egel!), Stachelhäutern und Hohltieren gehören nur wenige dazu. Dagegen sind sie stark vertreten bei den Arthropoden (besonders Krebstiere), Rund- und Plattwürmern, sowie den Protozoen. Andrerseits sind als Wirte besonders die Wirbeltiere von Aussen- und Binnenschmarotzern heimgesucht.

g. Die Atmungsorgane.

§ 23. Da der tierische Stoffwechsel unausgesetzt für die Gewebserneuerung des Sauerstoffes bedarf, muss der Körper diesen ständig in entsprechender Menge bereithalten, also an Stelle des zur Bildung von auszuscheidenden Oxyden verwendeten neuen Sauerstoff aufnehmen. Die Aufnahme des Sauerstoffs von aussen her und die Abgabe der gebildeten Kohlensäure geschieht durch die Atmungsorgane, denen also als Leistung ein Gasaustausch obliegt. Der hierbei stattfindende Vorgang, die äussere Atmung, muss bei den meisten Metazoen noch durch einen zweiten von umgekehrtem Verlaufe ergänzt werden, indem nämlich der aufgenommene Sauerstoff an die Gewebe abgegeben und von diesen erzeugtes Kohlendioxyd wieder aus dem Körper herausgeschafft wird: innere Atmung. Zur schnellen Beförderung der auszutauschenden Gase dient die Blutflüssigkeit infolge ihres Gehaltes an Hämoglobin, einem Eiweisskörper, der Sauerstoff sehr leicht bindet und wieder abgibt.

Bei niederen Tieren von geringer Leibesgrösse und dabei grosser Oberfläche, einfachem Bau und lockerem Integument erfolgt der Gaswechsel osmotisch durch die Körperoberfläche und zwar durch Ekto- und Entoderm bei Coelenteraten, durch die äussere Haut samt etwaigen Anhängen bei Platt- und Rundwürmern, niederen Krebsen, Milben und manchen Schnecken.

Dagegen müssen für grössere Tiere mit festerer, schwer durchlässiger Haut besondere Bezirke der Aussenwand der äusseren Atmung dienstbar gemacht, eigene Atmungsorgane daselbst entwickelt werden, die immer von zahlreichen Blutgefässen durchsetzt sind — ein respiratorisches Gefäss (Kapillar-)netz besitzen. Je nachdem der Sauerstoff aus der atmosphärischen oder der im Wasser gelösten Luft bezogen wird, bilden sich zwei verschiedene Typen von Atmungsorganen, die Lungen oder die Kiemen aus. Um mit letzteren, als den ursprünglicher entstandenen zu beginnen, so zeigen sie sich meist als äussere Anhänge wie Falten, Fäden, Fadenbüschel, gefranzte Blätter u. s. w., immer durch ihren sperrigen Bau das Streben nach Vermehrung der atmenden Oberfläche andeutend (Fig. 1, 56). Da das Sauerstoffbedürfnis häufige Erneuerung des Atemwassers bedingt, sitzen Kiemen oft an den Gliedmassen bei Ringelwürmern (Fig. 56 *pc*) und Krebsen (Fig. 57) oder schwer bewegliche Tiere wie Muscheln leiten es durch besondere Röhren (Siphonen) ein und aus; zu allermeist aber wird ein Wasserstrom kleinen Umfanges durch die Wimperbekleidung der Kiemen bewirkt. Das Bedürfnis, die weichen, blutreichen Teile zu schützen, lässt sie vielfach in besonderen Kiemenhöhlen und unter Deckeln bergen, so bei Muscheln.

vielen Krebsen und den Fischen. Wenn diese Höhlen sich nur durch einen engen Spalt öffnen, können sie genug Feuchtigkeit in sich bergen, um die Kiemen vor dem Eintrocknen zu bewahren, sodass derartig ausgestattete Kiemenatmer auch zeitweilig oder selbst dauernd aus der Luft zu atmen vermögen: Aal, Landkrabben.

Die Lungen können aus einer Kieme hervorgehen, indem deren Verzweigungen verstreichen, das respiratorische Gefässnetz sich auf der Wandung der früheren Kiemenhöhle flächenhaft ausbreitet und durch weitere Verästelung schwammige Verdickungen erfährt; wie dies die Lungenschnecken (Fig. 288) zeigen, die viele Uebergänge zwischen Kiemen- und Lungenatmung aufweisen. Sonst entstehen die Lungen aus dem Darme, der schon bei den Manteltieren den Sauerstoff des durchgespülten Wassers aufsaugen kann (Fig. 299), bei den Wirbeltieren fast stets als paarige, ventrale, sackartige Ausstülpungen des Vorderdarmes, die sich mit eingeschluckter Luft füllen; ihr Gefässnetz erhält mit Kohlensäure befrachtetes Blut durch je eine Lungenarterie vom Herzen her zugeführt und gibt das oxydierte Blut an ein Paar wieder zum Herzen führender Lungenvenen ab. Den Lungen analog kann bei manchen Fischen die Schwimmblase *(Dipnoi)* oder der

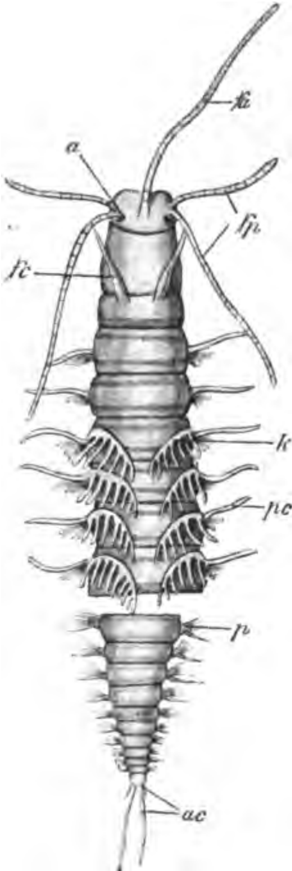


Fig. 56. *Eunice limosa.* Vorderes und hinteres Körperende von der Rückens., *fa* unpaarer Fühler, *fp* paariger Fühler, *a* Augen, *fc* Fühlercirren, *k* Kiemen, *pc* dorsale Parapodialcirren, *p* Parapodien, *ac* Aftercirren (nach EHLERS aus LANG).



Fig. 57. Hinteres Brustbein eines Krebses mit Kieme *a* (aus GOETTE).

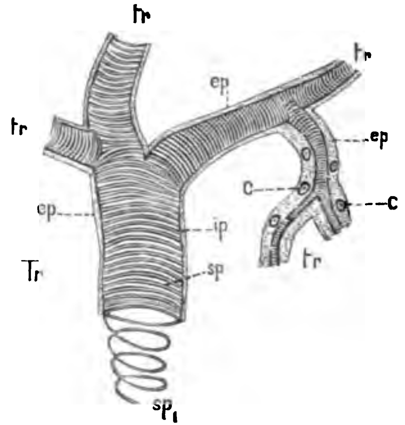


Fig. 58. Verzweigtes Stück eines Tracheenstammes. *Tr* Stammstück, *tr* Verzweigungen, *ip* innere Chitinhaut mit den in Form von Querstreifen auftretenden Verdickungen *(sp)*, die sich als einfacher Spiralfaden *(sp,)* ausziehen lassen, *ep* äussere Zellenschicht, *c* Kerne derselben (aus KOLBE).

Darm *(Cobitis)* ein respiratorisches Gefässnetz erhalten. Auch geht bei den Amphibien die Lungenatmung vielfach zu gunsten der Hautatmung zurück, ja einige Molche sind nach gänzlichem Verluste der Lungen ganz auf letztere angewiesen, was freilich einen ständigen Aufenthalt in feuchter, die Gasosmose begünstigender Umgebung voraussetzt.

Ganz anders nach Bau und Verrichtung als Kiemen und Lungen sind die den Landgliederfüsslern (Spinnen, Insekten und Tausendfüssern) eigenen Tracheen beschaffen. Es sind röhrenförmige, im Körper verzweigte Einstülpungen der Körperwand und bestehen daher wie diese aus einer — der Lage nach hier äusseren — Zellbekleidung und einer — inneren — Chitinkutikula; den inneren Hohlraum hält eine Versteifung in Gestalt eines spiralig gewundenen Chitinfadens gegen Aussendruck offen

(Fig. 58); an den äusseren Einstülpungsöffnungen (Stigmen) können klappenartige Verschlüsse vorhanden sein. Im Körperinnern verzweigen sich die stärkeren Tracheenstämme in immer feinere, fadenlose Tracheenkapillaren, die schliesslich alle inneren Organe umspinnen und bis zu den einzelnen Zellen der Gewebe dringen. So kommt es, dass durch das Tracheensystem die Atmungsluft als solche ohne Zwischenträger bis zu den Geweben geleitet wird und dort respiratorisch wirken kann, äussere und innere Atmung also zusammenfällt. Bei einigen Insektenlarven, die sich dem Wasserleben stark angepasst haben, findet sich eine dementsprechende Umbildung der Tracheen zu Tracheenkiemen, wobei nämlich Tracheen in blättchenförmige Anhänge des Hinterleibes (Fig. 59) oder auch in Wülste im Enddarm eintreten.

Bei Luftatmern werden die Lungen und Tracheen durch pumpende Muskeltätigkeit (Atembewegungen) abwechselnd mit Luft gefüllt und entleert, was bei Wirbeltieren je nachdem durch Bewegungen des Brustkorbes und Zwergfelles oder des Zungenbeins, bei Insekten durch rhythmische Verschiebungen der Ringel geschieht.

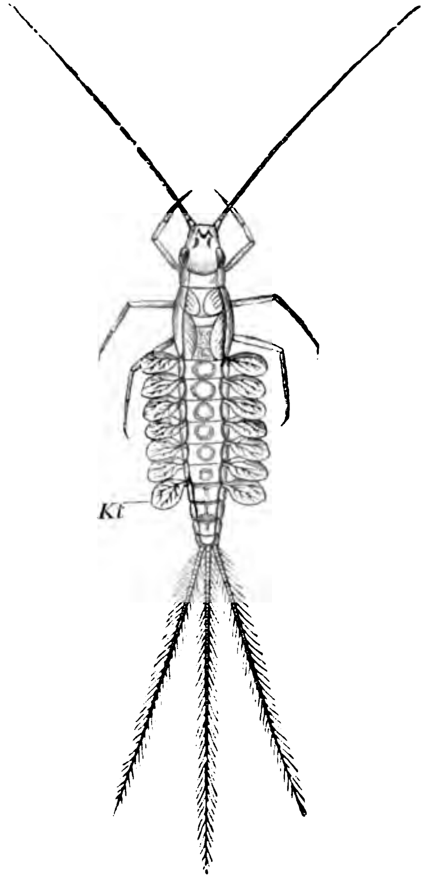


Fig. 59. Larve einer Eintagsfliege *(Chloë diptera)* mit Tracheenkiemen *Kt* (a. CLAUS-GROBBEN).

h. Leuchtvermögen.

§ 24. Manche Tiere haben ein Leuchtvermögen, das eine besondere Aeusserung des Stoffwechsels darstellt und vielfach von der Atmung beeinflusst werden dürfte, deshalb hier erwähnt werden mag. Zur Lichterzeugung scheinen keine Süsswassertiere, wohl aber Land- und besonders viele Meerestiere befähigt zu sein. Von Landtieren unserer Fauna sondert ein Regenwurm *(Lumbricus phosphoreus)* und ein Tausendfuss *(Geophilus electricus)* aus Hautdrüsen leuchtenden Schleim ab; manche Käfer aus den Familien *Lampyridae*, so unser Glühwürmchen (Fig. 60), *Cantharidae* und *Elateridae*, namentlich der südamerikanische „Cucujo" *(Pyrophorus noctilucus)* haben eigene innere Leuchtorgane von der Art des Fettkörpers, deren Tracheenreichtum rasche Oxydation erlaubt: das erzeugte Licht schimmert phosphorisch unter durchsichtigen Hautstellen am Hinterleib oder der Vorderbrust durch. Unter den marinen Geschöpfen haben die meisten Klassen mehr oder weniger leuchtende Formen und zwar von den Einzelligen (Noctiluca miliaris der Nordsee) angefangen bis hinauf zu den Fischen. Unter letzteren weisen besonders die Arten der dunklen Tiefsee vielfach grosse und leistungsfähige Bildungen auf. — Der biologischen Bedeutung nach dürften Leuchtorgane bald zum Geschlechtsleben in Beziehung stehen (Käfer), bald als Schreckmittel gegen Feinde dienen (Würmer, Tausendfüsser), endlich zum



Fig. 60. *Lampyris noctiluca* von der Bauchs. *L* Leuchtorgane (aus CLAUS-GROBBEN).

Aufsuchen von Beute dienen (Fische).

Mit der Hervorbringung von Eigenlicht in den geschilderten Fällen hat das sogenannte Augenleuchten vieler Säugetiere, z. B. der Raub- und Huftiere, nichts zu schaffen, da hierbei nur eingefallene, fremde Lichtstrahlen von einer stark lichtbrechenden, zwischen Netz- und Aderhaut gelegenen, Schicht (Tapetum) des Augenhintergrundes zurückgeworfen werden.

i. Organe des Kreislaufs.

§ 25. Die Organe des Kreislaufsystems überführen Gase von den Atmungsorganen zu den Geweben und umgekehrt, vermitteln also zwischen innerer und äusserer Atmung, ferner verteilen sie die resorbierten Nährstoffe im Körper und leiten die Exkrete des Stoffwechsels ab, wobei als Transportmittel eine tierische Flüssigkeit dient. Diese ist bei den Cölenteraten die gelöste Nahrung selbst, welche durch Verzweigungen des Darmes (Gastrovaskularsystem) im Körper verteilt wird. Bei den Bilateralien niederer Stufe (Platt- und Rundwürmern) hingegen erfüllt der vom Darme gelieferte Chylus mit Gewebssäften gemischt die primäre Leibeshöhle, sodass die inneren Organe von einer L e i b e s h ö h l e n f l ü s s i g k e i t umspült werden. Für die Bewegung dieser wirken z. B. die Wimperauskleidung der Leibeshöhle (Moostierchen) oder Zusammenziehungen des Hautmuskelschlauches (Rundwürmer). Endlich bringt die Ausbildung des Cöloms die Entstehung eines besonderen, mehr oder minder geschlossenen G e f ä s s s y s t e m s mit sich, in dem als eigenartige Flüssigkeit das B l u t kreist, während die primäre Leibeshöhle mit der andersartigen L y m p h e gefüllt ist. Um die Strömung im Gange zu halten, übt entweder der Darm in regelmässigen Zwischenräumen einen Druck auf das ihn umgebende Blut aus, oder bestimmte Stellen des Gefässsystems sind kontraktil; solch ein zu einem besonderen Zentralorgan erhobener Teil des Kreislaufsystems heisst H e r z.

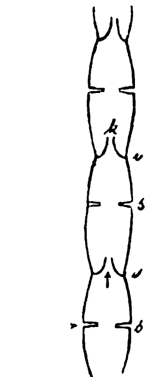


Fig. 61. Stück des Herzens eines Insekts, Schema. *i* Einschnürung zwischen 2 Kammern, *k* Klappen, *s* venose Spalte (aus BOAS).

Das einfache Herz, z. B. der Insekten (Fig. 61) ist ein mit muskelkräftiger Wandung versehener Schlauch, der von einem besonderen Raume der Leibeshöhle, dem P e r i k a r d i a l s i n u s, umgeben und durch metamere Einschnürungen gekammert ist; durch ein paar seitliche Spalten jeder Kammer dringt bei Erweiterung des Herzens das Blut aus dem Perikardialsinus in jenes ein, um bei Zusammenziehung von hinten anfangend aus einer Kammer in die andere zu gelangen, wobei ein Rückfliessen durch ventilartig wirkende Klappen an den Spalten und zwischen den Kammern verhindert wird. Vorn verlängert sich das Herz in ein kurzes einfaches Gefäss, welches die Blutflüssigkeit frei in den Leibesraum ergiesst. Diese Form kann bei niederen Krebstieren, z. B. den Flohkrebsen (Fig. 134) so rückgebildet werden, dass es nur einen muskulosen Beutel mit zwei seitlichen und einer vorderen Oeffnung darstellt oder ganz wegfällt *(Copepoda)*.

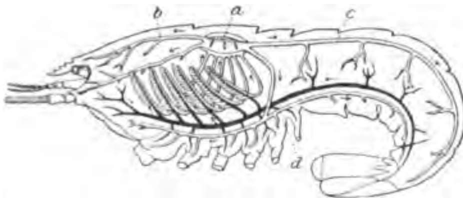


Fig. 62. Uebersicht über das Blutgefässsystem und die Kiemen des Flusskrebses. *a* Herz, *b* vordere, *c* hintere, *d* Bauch-Aorta; die Pfeile bedeuten die Richtung des Blutstromes; die schwarzen Gefässe enthalten venoses, die hellen arterielles Blut (aus LEUNIS).

Auf höherer Stufe, z. B. bei den Zehnfüsserkrebsen (Fig. 62), ist das Herz nur einkammrig, aber nach vorn und hinten in mehrere grosse Gefässe verlängert, aus deren

feinsten Endverzweigungen (Haargefässen oder Kapillaren) das Blut in wandungslose Zwischenräume der inneren Organe (Sinus oder Lakunen) fliesst. Aus einem ventralen Blutsinus wird es dann wieder durch Kapillaren zu den Kiemen geführt, um dort entkohlt und durch andere Gefässe, Kiemenvenen, in den Perikardialsinus und endlich ins Herz zurückgeleitet zu werden.

Bei den Weichtieren (Fig. 288) stellt sich eine Zweiteilung des Herzens in die kleinere Vorkammer (Vorhof, Atrium) und die stärkere Herzkammer (Ventrikel) ein; der Kreislauf ist grossenteils geschlossen, wenn auch noch Lakunen eingeschaltet sind. Hierbei wird das Blut von der Vor- in die Herzkammer, von dieser durch Körpergefässe in die primäre Leibeshöhle gepumpt, aus der es rückführende Bahnen durch die Atmungsorgane hindurch wieder nach der Vorkammer leiten.

Für alle gesonderten, vom Herzen wegführenden Gefässe wählt man die Bezeichnung Arterien („Schlagadern"), während alle zuführenden Venen („Blutadern") heissen. Da nun bei den Säugetieren, von deren anatomischem Bau viele unserer morphologischen Ausdrücke abgeleitet worden sind, die grössten Arterien sauerstoffreiches, die grössten Venenstämme aus dem Stoffwechsel kommendes, kohlensäurehaltiges Blut enthalten, so nannte man erstere Blutsorte arteriell, letztere venos. Dass sich aber mit dieser Anwendung die Tatsachen durchaus nicht immer decken, zeigen schon die letzten Fälle, da ja z. B. beim Krebs und Weichtier von den Kiemen her „arterielles" Blut nicht durch eine Arterie, sondern durch eine Vene zum Herzen strömt. Wenn jene eingebürgerten Eigen-

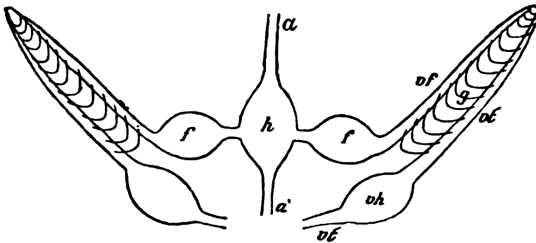


Fig. 63. Schema des Herzens etc. eines Cephalopoden. *h* Herzkammer, *f* Vorkammer, *aa'* Arterien, *vh* Kiemenherz, *vt* Vene nach der Kieme, *vf* Vene aus der Kieme, *g* Kieme (aus BOAS).

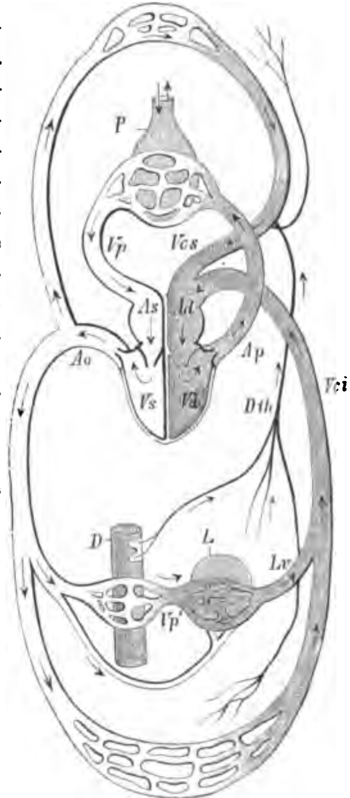


Fig. 64. Doppelter Kreislauf schematisch. *Ad* rechter Vorhof mit der oberen (*Vcs*) und unteren (*Vci*) Hohlvene, *Dth Ductus thoracicus* als Hauptstamm der Lymph- u. Chylusgefässe, *Vd* rechte Kammer, *As* linke Vorkammer, *Vs* linke Kammer, *Ap* Lungenarterie, *P* Lunge, *Vp* Lungenvene, *Ao* Aorta, *D* Darm, *L* Leber, *Vp'* Pfortader, *Lv* Lebervene (nach HUXLEY a. CLAUS-GROBBEN).

schaftswörter verwendet werden, muss man also beachten, dass sie nur in chemischem Sinne Gültigkeit haben.

Das Gefässsystem der Wirbeltiere unterscheidet sich von dem der höchststehenden Mollusken im wesentlichen nur durch seine völlige, lückenlose Geschlossenheit, sodass die kreisende Flüssigkeit eine eigene Beschaffenheit bewahren kann; höhere Ausbildung erfährt es durch eine Teilung des ganzen Kreislaufes samt dem Herzen. Diese — übrigens schon bei den Kopffüssern (Fig. 63) unter den Weichtieren ange-

legte — Teilung ist veranlasst durch den Widerstand, den der Blutstrom in den vielverzweigten Atmungskapillaren findet und dessen Ueberwindung durch das einfache Herz allzuhohen Kraftaufwand erfordert. Diese Leistung wird bei den Wirbeltieren von den Amphibien an aufwärts einer besonderen Herzhälfte, dem Atmungs-



Fig. 65. Querschnitt durch die Herzkammern des Kranichs. *Vd* linke, *Vg* rechte Kammer, *S* Scheidewand zwischen beiden (aus WIEDERSHEIM).

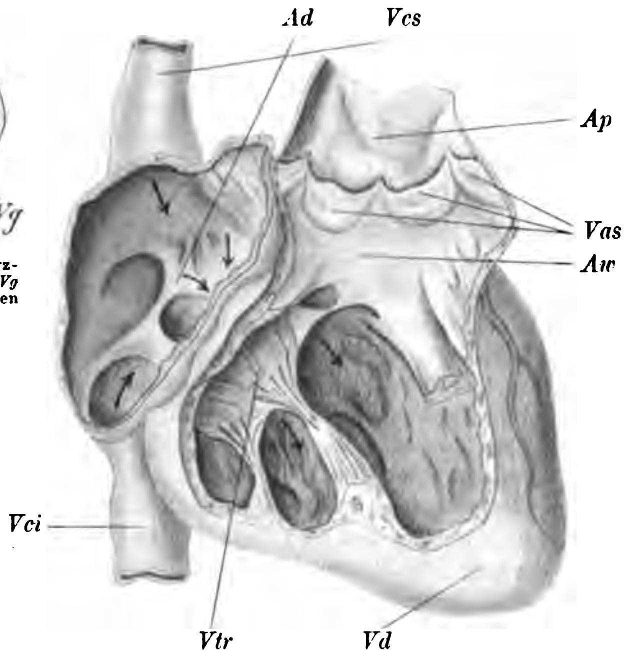


Fig. 66. Das rechte Herz des Menschen eröffnet. *Ad* rechte Vorkammer, *Vd* rechte Herzkammer, *Vcs* obere, *Vci* untere Hohlvene, *Ap* Lungenarterie, *Aw* Arterienwurzel, *Vas* Taschenklappen, *Vtr* dreizipflige Segelklappe (nach HEITZMANN).

herzen, übertragen, während das ursprüngliche Körperherz nur das von den Atmungsorganen herkommende arterielle Blut in die Körpergewebe treibt. Während die Halbierung sich bei den Amphibien nur auf den Vorhof erstreckt, bei den Reptilien die Herzkammer noch nicht vollständig trifft, ist bei Vögeln und Säugern die Trennung völlig durchgeführt und auch auf die zu- und abführenden Gefässe jeder Hälfte ausgedehnt, sodass ein grösserer Körper- und ein kleinerer Lungenkreislauf für sich bestehen. Demnach haben die sogenannten Warmblüter einen vollkommenen doppelten Kreislauf im Gegensatze zu dem unvollkommenen der erstgenannten Vertebraten.

Die Einrichtung des doppelten Kreislaufes beim Vogel oder Säugetier ist folgende (Fig. 64). Die den Lungenkreislauf besorgende rechte Herzhälfte ist kleiner und viel schlaffwandiger als die stärker beanspruchte und daher muskelkräftigere linke, die von jener halbmondförmig umfasst wird (Fig. 65). Der rechte Vorhof empfängt durch die obere und untere Hohlvene (Vena cava) das im Stoffwechsel tätig gewesene venose Blut, um es an den rechten Ventrikel weiterzugeben, der es durch die Lungenarterie (Arteria pulmonalis) zur Lunge sendet. Dort oxydiert, fliesst es als arterielles Blut durch eine Lungenvene (Vena pulmonalis) in die linke Vor- und weiterhin Herzkammer, welch letztere es mittelst einer grossen Körperschlagader (Aorta) im Körper verteilt. Damit auf diesem ganzen Wege kein Rückströmen des Blutes in verkehrter Richtung eintreten kann, sind im Herzen mehrfach Klappenventile angebracht (Fig. 66, 67), die in zwei Arten vorkommen. Zwischen Atrien und Ventrikeln befinden sich mehrere häutige, dreieckige Klappen, deren Spitzen in der Art durch Sehnenfäden an die Innenwand der Herzkammer geheftet sind, dass diese vom Blutstrome in der Richtung Atrium-Ventrikel auseinandergetrieben werden, bei etwa rückläufiger Bewegung sich aber aneinanderlegen und so eine Scheidewand bilden: Segelklappen. Dagegen sichern den Austritt des Blutes aus den Kammern in die Arterien

die Taschenklappen, ungefähr wie ein Schwalbennest gebildet. Sie legen sich unter dem Druck der normal gerichteten Strömung flach an die Arterienwand; flösse aber das Blut rückwärts, so würde es sich in den Taschen fangen, so dass sie sich aufblähten und den Hohlraum verschlössen (Fig. 67). Auch in den dünnwandigen, einem stauenden Drucke von aussen her leicht nachgebenden Venen sind zur Sicherung der Strömungsrichtung hie und da zwei bis drei Taschenklappen eingeschaltet, was in den starkwandigen, elastischen Arterien nicht nötig ist.



Fig. 67. Verschluss des Austritts der Aorta aus der linken Herzkammer. *Ao* Aorta *Vas* Taschenklappen (nach HEITZMANN).

Nicht selten lösen sich Blutgefässe beider Art unterwegs in ein Geflecht feinerer Kanäle, die Wundernetze, auf, um nachher wieder zu grösseren Stämmen zusammenzutreten. Als wichtigstes Wundernetz ist das System der Pfortader (Vena portarum) zu nennen, die aus den Haargefässen des Darmes entstanden sich in der Leber noch einmal auflöst, um nach erneuter Vereinigung in die untere Hohlvene zu münden; dieses System wird als dritter oder Pfortader-Kreislauf bezeichnet, dem sich bei den niederen Wirbeltieren als vierter noch der Nierenpfortader-Kreislauf zugesellt.

Mit dem Kreislaufe des Blutes steht bei den Wirbeltieren noch ein weiteres System, das Lymphgefässsystem, in Verbindung. Was nämlich der Blutstrom durch seine Körperkapillaren an die Gewebe zu ihrer Erneuerung abgibt, wird nur zum Teil von diesen verbraucht, während der Ueberschuss sich in feinsten Lakunen, den Resten der primären Leibeshöhle, sammelt. Diese unverwendete Ernährungsflüssigkeit, die Lymphe, führen Gänge mit äusserst zarten Wandungen fort, die schliesslich zu einem grösseren sog. Milchbrustgange (Ductus thoracicus) zusammentreten. Dieser ergiesst seinen Inhalt in die obere Hohlvene, sodass er in den Atmungskreislauf gelangt. Ferner geben die Chylusgefässe des Darmes den von ihnen resorbierten Chylus an die Lymphbahnen ab, der auf diesem Umwege ebenso in das Blut gelangt wie der unmittelbar von den Blutkapillaren der Darmwand aufgenommene.

Das Blut der Wirbeltiere hat als Grundlage eine meist farblose Flüssigkeit, das Blutplasma oder -serum, in dem ein bei gewissen Wärmegraden und nach dem Tode gerinnender Eiweisskörper, der Faserstoff (Fibrin), gelöst ist. Im Serum schwimmen rote und weisse Blutzellen, erstere im Knochenmarke gebildet, letztere, weil durch die Lymphe eingeführt, auch Lymphzellen genannt; endlich finden sich die schon früher (S. 27) erwähnten Blutplättchen. Die Erythrozyten der echten Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel sind oval, bikonvex, mit bleibendem Kern, die der Säugetiere bis auf die ovalen der Kamele rund, bikonkav und frühzeitig kernlos geworden. Im grossen ganzen haben die Amphibien die grössten, die Säuger die kleinsten roten Blutzellen.

Da bei Mollusken und Arthropoden die Blutbahnen mit der Leibeshöhle in offener Verbindung stehen, so mischen sich die in beiden enthaltenen Flüssigkeiten, Blut und Lymphe, ständig miteinander, sodass die kreisende Flüssigkeit als Hämolymphe bezeichnet werden muss, wiewohl sie vielfach schlechthin Blut genannt wird.

l. Wärmebildung.

§ 26. Atmung und Kreislauf geben als Hilfsmittel des Stoffwechsels die Grundlage zur Wärmebildung. Da fast alle bisher bekannten Vorgänge des tierischen Stoffwechsels auf eine Oxydation hinauslaufen, und jede Oxydation Wärme freimacht,

so muss der Lebensvorgang ständig Wärme erzeugen und dementsprechend um so mehr Wärme, je lebhafter er vor sich geht. Der Umfang des Stoffumsatzes wächst aber mit der Zunahme der Oberfläche eines Tieres gegenüber seiner Masse, und die Oberfläche steigert sich bei einem kleinen Tiere verhältnismässig rascher als bei einem grossen von gleicher angenommener Körperform und bei gleichen äusseren Umständen, weil überhaupt die Masse im Kubus, die Oberfläche nur im Quadrat wächst, sodass eine Maus einen regeren Stoffwechsel haben muss als ein Elefant. Daraus ergibt sich weiter, dass zur Erzeugung der gleichen Wärmemenge auf die gleiche Masseneinheit von ersterer mehr Heizmaterial verbraucht, also mehr Nahrung und Sauerstoff aufgenommen werden muss als von dem riesigen Dickhäuter. Da ferner — wenn wir für die Körperform die gleiche geometrische Figur, z. B. die Kugel, beibehalten — mit der Oberflächenzunahme auch die Wärmeausstrahlung wächst, so ist die Wärmeökonomie kleiner Tiere unvorteilhafter als die grosser; z. B. steht das Nahrungsbedürfnis eines kleinsten insektenfressenden Vogels (Weidenlaubvogel) zu dem eines grossen (Star) etwa wie 9 : 4. Wenn also Tiere eine von der äusseren Temperatur unabhängige Eigenwärme besitzen sollen, so muss einerseits ihr Stoffwechsel sehr rege sein, andrerseits ihr Körper Einrichtungen besitzen, um die Wärmestrahlung möglichst zu verhüten. So beschaffene Tiere mit beständig gleicher Eigentemperatur heissen homöotherme (gleichwarme), die anderen, deren Körperwärme mit der Temperatur ihrer Umgebung schwankt, pökilotherme (wechselwarme); häufig werden noch die weniger treffenden Ausdrücke „Warm- und Kaltblüter“ gebraucht.

Zu den Homöothermen gehören nur Vögel und Säugetiere, die ihre Innentemperatur auf 37—41° halten. Ihre Wärmeregulierung, d. h. die Fähigkeit zur Erhaltung gleicher Eigentemperatur gegenüber selbst erheblichen Schwankungen der Aussentemperatur, stützt sich einerseits auf die Möglichkeit, beim Sinken der letzteren den Stoffwechsel und damit die Wärmeerzeugung zu steigern durch stärkere Bewegung oder Einschmelzen von aufgespeichertem Brennstoff wie Fett und Glykogen, andrerseits die Wärmeabgabe durch die Haut zweckentsprechend zu regeln. So ist diese zur Verhinderung von Wärmeverlust mit schlechten Leitern (Haare, Federn) umhüllt; umgekehrt sind zur Ableitung der übermässigen Innenwärme die Hautgefässe sehr erweiterungsfähig oder es wird Schweiss abgesondert, um durch rasche Verdunstung dem Körper Wärme zu entziehen. Sehr ungünstigen Bedingungen, denen z. B. kleine Säugetiere und Vögel im nordischen Winter ausgesetzt sind, weichen jene durch Herabsetzung ihres Stoffwechsels auf ein Mindestmass aus, indem sie einen Winterschlaf mit wesentlicher Temperaturerniedrigung, verminderter Atmung und Herztätigkeit halten, während viele Vögel ihnen durch jedesmaliges Fortziehen entgehen.

Pökilotherm sind dagegen fast alle ständig im Wasser lebenden Tiere und alle Wirbellosen, da sie grösstenteils verhältnismässig klein sind. Zwar haben die Insekten infolge ihrer Beweglichkeit und lebhaften Atmung oft eine höhere Temperatur als die Umgebung, doch können sie sich nicht genügend gegen starke Wärmeverluste schützen.

m. Harnorgane.

§ 27. Für die im Stoffwechsel gebildete Kohlensäure und für verdampftes Wasser, also für die gasförmigen Ausscheidungen, sind Atmungsorgane, in mässigem Grade auch Haut und Darm die Ausfuhrwege; dagegen wird die Exkretion der erzeugten Stickoxyde (Harnstoff und Harnsäure) und des meisten Wassers durch die eigens bestehenden Harnorgane (Exkretionsorgane, Nieren) in flüssiger oder breiiger Form besorgt.

Besondere Nierenorgane stellen sich erst bei den Tieren mit sekundärer Leibeshöhle ein;

sie stellen eine Verbindung des Cöloms mit der Aussenwelt dar. Bei den Plattwürmern (Fig. 68) sind es paarige, im Füllgewebe gelagerte Kanäle, die den Körper der Länge nach durchziehen, zahlreiche Seitenzweige entsenden und getrennt oder vereinigt (Saugwürmer) am Hinterende münden („Wassergefässsystem"). Die Seitenzweige enden in den Lücken des parenchymatischen (S. 22 A.) Bindegewebes mit einer kolbigen Endzelle, die sich nach innen, also in das Seitenkanälchen hinein, in ein verklebtes Wimpernbüschel, die „Wimperflamme" verlängert; es dringt hierbei der im Parenchym exzernierte Harn osmotisch in die Endzelle und wird von der lebhaft flackernden Wimperflamme weiter in das Kanalsystem getrieben (Fig. 69). Bei den Rundwürmern beschränkt sich die Niereneinrichtung auf zwei seitliche Längskanäle, die vorn in der Mitte durch eine gemeinsame Oeffnung (Porus) ausmünden.



Fig. 68. Exkretionsorgan von *Distomum isoporum*. *ms* Mundsaugnapf, *E* Endblase des Exkretionsapparates (n. LOOS aus CLAUS-GROBBEN).

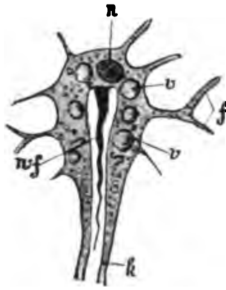


Fig. 69. Exkretionszelle am Ende eines feinen Exkretionskanales *(k)* eines Strudelwurms. *n* Kern, *v* Vakuolen, *f* Fortsätze der Zelle, *wf* Wimpertlamme (aus LANG).

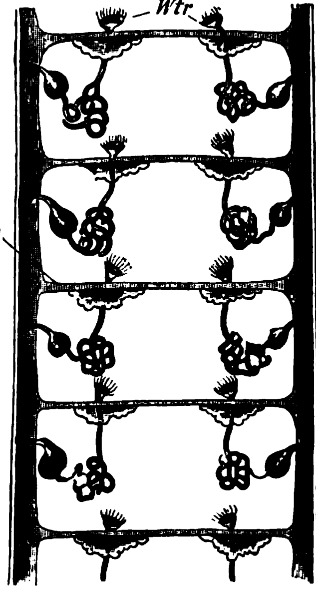


Fig. 70. Schematische Darstellung der Nephridien (Segmentalorgane) eines Gliederwurms. *D* Dissepimente zwischen den Segmenten, *Wtr* Wimpertrichter, der in den Schleifenkanal mit Endblase führt (nach SEMPER aus CLAUS-GROBBEN).

In allen anderen Tierklassen mit Ausnahme einiger Klassen der Gliederfüssler gehen die Harnorgane auf denselben Bauplan, die Nephridien, zurück. Diese sind paarige, segmental wiederkehrende Röhren, die sich innen ins Cölom oder dessen Blutgefässe öffnen, aussen aber die Leibeswand durchbrechen. Im einzelnen besteht ein solches Nierenkanälchen (Fig. 70) aus der inneren, trichterförmig erweiterten und bewimperten Oeffnung, dem Wimpertrichter, dem sich anschliessenden, mit Drüsenwand versehenen und ebenfalls wimpernden Kanälchen, das schleifenartig gewunden ist (Schleifenkanal) und der Mündung, welcher oft eine Endblase vorausgeht. Die Nephridien heissen bei den Ringelwürmern auch Segmentalorgane, weil hier die segmentale Anordnung besonders ausgeprägt ist; jedoch ist jedes Nephridium auf zwei Segmente verteilt, indem der Wimpertrichter unter Durchbohrung der segmentalen Scheidewand (Dissepiment) in das vorhergehende Metamer hineinragt (Fig. 70). Die offene Verbindung der Nephridien mit der sekundären Leibeshöhle ermöglicht jenen nicht nur, ausser dem Harn die in letzterer gebildete Cölomflüssigkeit, sondern bei manchen Wirbellosen auch die Geschlechtszellen auszuführen, die sich an der Epithelwand des Cöloms bilden und nach Ablösung darin schwimmen.

Bei den Krebs- und Weichtieren sind die Nephridien an Zahl sehr zu-

rückgegangen und zwar (bei letzteren) bis auf ein Paar, das sich sogar bei den unsymmetrisch gebauten Schnecken auf ein unpaares Organ zurückbilden kann; hier ist es als letzter Rest des Cöloms der Herzbeutel, in dem der sehr umfangreiche „Nierensack“ mit dem Wimpertrichter beginnt (Fig. 71).

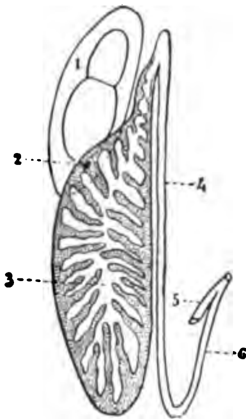


Fig. 71. Nephridium und Pericard einer Lungenschnecke (*Daudebardia rufa*) von oben, schematisch. 1 Pericard, 2 Nierentrichter, 3 Nephridium, 4 primärer Harnleiter, 5 Enddarm, 6 Harnleiter (nach PLATE aus HESCHELER).

Auch die W i r b e l t i e r n i e r e geht in ihrer ursprünglichen Anlage auf die Nephridien zurück und zwar in enger Anlehnung an die Segmentalorgane der Rundwürmer; da sie aber nahe Beziehungen zu den Fortpflanzungswerkzeugen hat, so wird sie besser mit diesen zusammen besprochen.

Ganz andere Bildungen sind die MALPIGHIs c h e n G e f ä s s e, Anhangsorgane des Mitteldarms (Spinnentiere) oder Enddarms (Tracheaten) in Form langer dünner Schläuche (Fig. 45), die entweder blind enden oder umbiegend wieder in den Darm eintreten; sie haben nicht nur exzernierende, sondern auch resorbierende Wirkung, da sie z. B. kohlensauren Kalk aufsammeln.

Der H a r n der Tiere enthält ausser dem wichtigsten Bestandteil Harnstoff noch Kreatin, Hippursäure (bei Pflanzenfressern) und Harnsäure nebst ihren Salzen. Wenn die drei erstgenannten leichtlöslichen Körper vorwiegen, so ist der Harn wässerig, dagegen wird er beim Ueberwiegen der schwerlöslichen Harnsäure wesentlich als ein Brei von sauren harnsauren Salzen ausgeschieden (Reptilien und Vögel).

n. Nervensystem und Sinnesorgane.

1. Allgemeines.

§ 28. Alle lebenden Zellen sind befähigt, auf äussere Einwirkungen, R e i z e, hin besondere Aenderungen im Ablaufe der Lebenserscheinungen eintreten zu lassen. Diese Eigenschaft der Reizbarkeit weist eine Gewebsart in erhöhtem Masse auf, die dem Nervensystem zugrunde liegt; hierbei nimmt eine Art von Zellgruppen, die S i n n e s o r g a n e, äussere und innere Reize auf, um sie als Erregung auf die andere, die N e r v e n, zu übertragen, die dann als Leitungsbahnen die Erregung zu den übrigen Organen gelangen lassen. Diejenigen Nervenfasern, welche durch Weitergabe eines Reizes Muskeln zur Zusammenziehung oder Drüsenzellen zur Absonderung veranlassen, heissen m o t o r i s c h e und s e k r e t o r i s c h e Fasern; weil der Reiz in diesen Fällen stets direkt oder mittelbar von einer zentralen Nervenanhäufung aus nach peripher gelegenen Organen geleitet wird, heissen jene Nerven auch z e n t r i f u g a l l e i t e n d e. Eine andere Wirkung aufgenommener Reize besteht darin, dass sie nach ihrem Eintritt in jenes Zentralorgan als E m p f i n d u n g oder s e e l i s c h e V o r s t e l l u n g zum Bewusstsein kommen, daher die hierzu benutzten Bahnen s e n s i b l e oder E m p f i n d u n g s n e r v e n heissen, auch werden sie der erstgenannten Art als z e n t r i p e t a l l e i t e n d e Nerven gegenübergestellt, weil die Erregung nach dem Zentrum hin gelangen muss, um wirksam zu sein. Da das Nervensystem als eine Anpassung von Geweben an die Aufnahme äusserer Reize zu denken ist, so ist seine Entstehung aus der ektodermalen Aussenwand des Körpers physiologisch erklärt.

2. Nervensystem.

§ 29. Bei den Metazoen geht die Entstehung eigener reizempfindlicher und reizleitender Gewebe mit der Herausbildung von Muskeln Hand in Hand, sodass auf der

untersten Stufe, bei den muskellosen Schwämmen, ein Nervensystem noch vermisst wird. Erst die Nesseltiere haben in der Form der Polypen eine eng mit dem Epithel verbundene, aber gleichmässig über die Körperfläche verteilte, zerstreute, Nervenmasse. Einen Fortschritt hiergegen bildet die Vereinigung von Neuronen an bestimmten Stellen, die Bildung eines zentralisierten Nervensystems, dessen Anordnung in zwei Formen bestehen kann.

a. Die radiäre Anordnung ist bei den Quallen teils eine ringförmige in Gestalt eines subepithelialen Doppelringes von Nervenzellen am

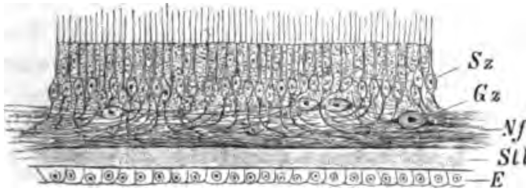


Fig. 72. Längsschnitt durch den Ringnerven einer Scyphomeduse. *Sz* Sinneszellen des Ektoderms mit dazwischen gelagerten Stützzellen, *Gz* Ganglienzellen, *Nf* Nervenfasern, *Stl* Stützlamelle, *E* Entoderm (aus CLAUS-GROBBEN).

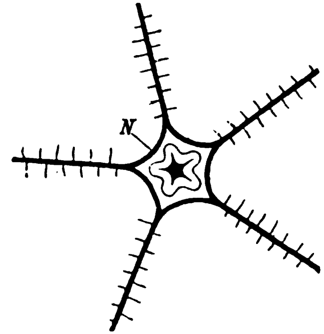


Fig. 73. Schema des Nervensystems eines Seesterns. *N* den Schlund umgebender Nervenring, der die fünf ambulakralen Nervenstämme verbindet (aus CLAUS-GROBBEN).

Scheibenrande (Fig. 72), teils eine antimere in Form von acht radiär gestellten Haufen von Ganglienzellen, die Verzweigungen aussenden. Aehnlich ist die Verteilung bei den Stachelhäutern, die Nervenzentren in den Radien („Ambulacralgehirne") mit ringförmiger Verbindung um den Darm herum haben (Fig. 73).

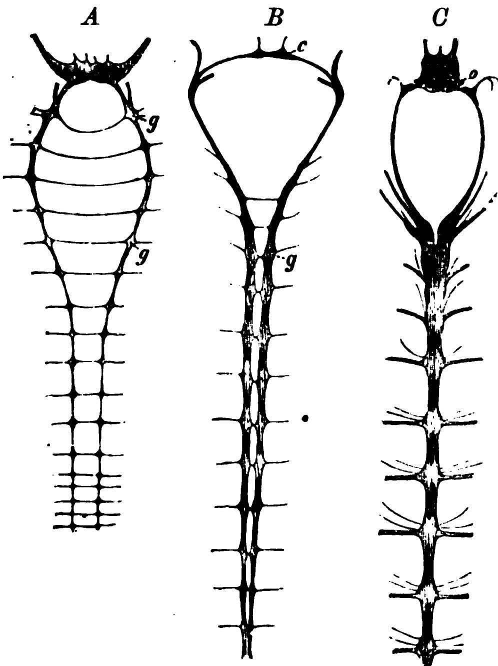


Fig. 74. Nervensystem verschiedener Borstenwürmer. *c* Gehirn, *g* Bauchganglien, *o* Auge (aus BOAS).

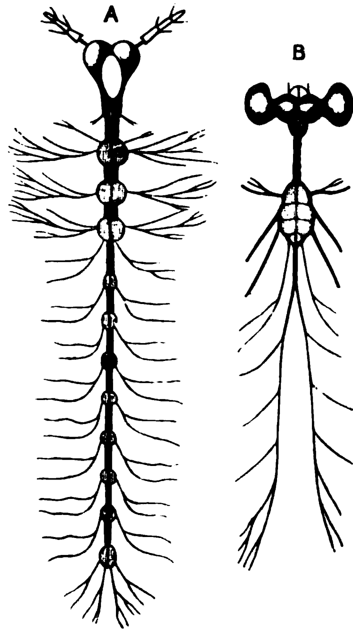


Fig. 75. Gehirn und Bauchmark *A* einer Mückenlarve (*Chironomus*), *B* einer Lausfliege (*Hippobosca*) (nach BRANDT aus SHARP).

b. Bilateral-symmetrisch und entsprechendenfalls auch metamer angelegt ist das Nervensystem bei den übrigen Wirbellosen und den Wirbeltieren, wobei

gleichzeitig die Sinnesorgane ihre periphere Lage beibehalten, während die Leitungsbahnen und Ganglienzellen mehr ins Körperinnere rücken und sich gleichzeitig von einander sondern, indem letztere zu Nervenknoten (Ganglien) verdichtet werden, zwischen denen aus Nervenfasern verflochtene Stränge (Kommissuren) die Verbindung innehalten. Ferner bilden sich besonders starke Ganglien als Zentralorgan aus, von denen mehr oder minder lange Fasern als peripherisches Nervensystem nach der Peripherie ausstrahlen.

Der bilaterale Typus der Wirbellosen stellt sich als eine dem oralen Pole genäherte zentrale Ganglienmasse (Zerebralganglion o. Gehirn) dar, die den Schlund entweder ringförmig umgibt (Schlundring, Fig. 74, 162), oder als ein Paar verbundener Ganglien über ihm liegt (oberes Schlundganglion). Von diesem Gehirn verlaufen ein oder mehrere Paare von Längsnervensträngen nach hinten, die bei segmentierten Geschöpfen metamere Anschwellungen zu Ganglien mit Querkommissuren zeigen; bei homonomer Segmentierung bilden diese in gleichmässiger Ausbildung ein „Strickleiternervensystem" (Fig. 74), heteronome drängt sie nachträglich zu wenigen zusammen (Fig. 75).

Bei den Wirbeltieren (Fig. 331) ist das Zentralorgan als ein dicker, unpaarer Strang (Rückenmark) dorsal vom Achsenskelett gelagert, das vorn eine massige Anschwellung, das Gehirn, trägt; seitlich austretende Nervenstränge (Spinalnerven) deuten die metamere Gliederung an.

Neben den bisher geschilderten Typen tritt bei Ringelwürmern, Gliederfüsslern und Wirbeltieren ein besonderes sympathisches oder Eingeweidenervensystem auf, auch Nervus sympathicus genannt. Obwohl in baulichem Zusammenhange mit den nervosen Zentralorganen, ist es in seiner Tätigkeit, die in der Innervierung der Verdauungs-, Kreislaufs- und Fortpflanzungsorgane besteht, nicht nur vom Willen des Tieres unabhängig, sondern arbeitet auch dann für sich weiter, wenn die oben genannten versagen. Bei den Vertebraten sehr kenntlich (Fig. 331) besteht es hier aus einer Reihe von Ganglien beiderseits des Rückenmarks, die durch Längskommissuren (Grenzstrang) unter sich, durch Querfasern mit den Spinalnerven verbunden sind und Geflechte zu den von ihnen versorgten Organen abgeben.

3. Sinnesorgane.

I. Allgemeines.

§ 30. Das Nervensystem besitzt Apparate, die durch gewisse Verhältnisse der Aussenwelt oder des Körperzustandes Eindrücke erhalten, erregt werden und die Erregungen als bestimmte Empfindungsformen (Sinnesqualitäten) im Zentralorgane zur Aufnahme, zum Bewusstsein, gelangen lassen. Ursprünglich, u. zw. sowohl onto- wie phylogenetisch, ist die Haut Sitz einer allgemeinen Sinnesempfindlichkeit, die sich vielerlei Reizen gegenüber betätigen kann, also sowohl mechanische Reize (Druck) wie chemische wie endlich Schwingungen von Aether, Luft und Wasser wahrzunehmen vermag. Allmählich bewirkt jedoch Arbeitsteilung die Ausbildung getrennter, spezifischer Sinnesorgane, die auf bestimmte Reize eingestellt sind, sodass den hauptsächlichen Reizformen äusserlicher Art ebensoviele Arten empfindlicher Nervenapparate entsprechen können. Allerdings ist die Möglichkeit vorhanden und vielerorts vorauszusetzen, dass einzelne von letzteren, die morphologisch ganz einseitig ausgearbeitet zu sein scheinen, doch Reize mehrerer Art zu verwerten vermögen, wie z. B. unsere Haut sowohl Druck- wie Temperaturreize wahrnimmt. Da wir ausserdem die an unserem eigenen Körper gemachten Erfahrungen über Sinnesphysiologie nur als Analogieschlüsse auf Verhältnisse bei anderen Tieren übertragen dürfen, sind unsere Aussagen über die

Leistungen selbst solcher tierischen Sinnesorgane, die den unsrigen morphologisch gleichwertig scheinen, nichts mehr als Vermutungen, die sich zwar vielfach der Gewissheit nähern, oft aber auch sehr vage sind.

Die Aufzählung der verschiedenen Sinnesorgane muss über die herkömmlichen fünf Sinne hinausgehen, doch lassen sich die Tastorgane, die Druckempfindungen vermitteln, mit den Organen des Temperatursinnes und die Gehörorgane mit den Organen des Gleichgewichtssinnes zusammenfassen; ferner kommen die für chemische Reize empfänglichen Geschmacks- und Geruchsorgane und das lichtempfindliche Sehorgan in Betracht.

II. Tastorgane.

§ 31. Wiewohl die dem Tastgefühl zugängliche Druckempfindung in der ganzen Körperoberfläche, so bei uns, ihren Sitz haben kann, sind die Tastorgane gewöhnlich auf Verlängerungen des Körpers angebracht oder doch gehäuft, so auf den Armen der Polypen, Medusen, Moostierchen und Schlangensterne. Als Grundform einfacher Tastorgane können die Tastborsten der Insekten betrachtet werden, wobei immer als eigentlich empfindende Organe Sinnesnervenzellen im Epithel eingeschaltet sind. Bei den Vertebraten sind die Tastorgane als sog. kolbenförmige Körper (Tastkörper) nach

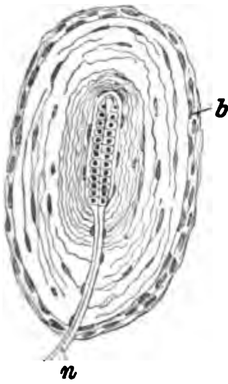


Fig. 76. Kolbenkörperchen aus dem Schnabel der Ente. *b* bindegewebige äussere Hülle, *n* der zur Ganglienzellensäule tretende Nerv (aus GOETTE).

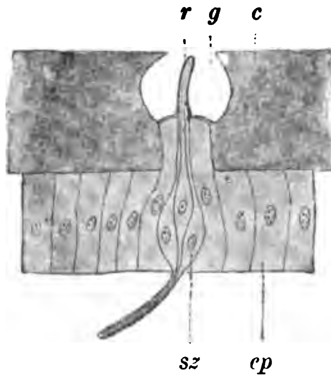


Fig. 77. Schnitt durch ein Stückchen eines Insektenfühlers, schematisch. *c* Kutikula, *g* Grube, an deren Boden das Riechhaar *r* von einem verdünnten Teile der Kutikula entspringt, *ep* Hypodermis, *sz* Sinneszelle (aus BOAS).

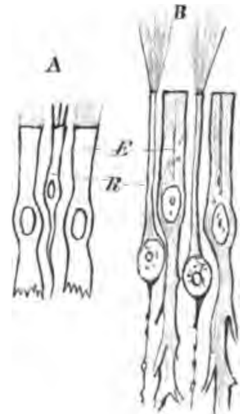


Fig. 78. Epithel der Riechschleimhaut, *A* von *Petromyzon planeri*, *B* von *Salamandra atra*. *E* Epithel-, *R* Riechzellen (aus WIEDERSHEIM).

unten in die Lederhaut gerückt, wo sie ziemlich grosse kolbenförmige Gebilde mit herantretender Nervenfaser darstellen (Fig. 76); solche Tastkörper vermehren sich besonders an den Enden der Gliedmassen (Fingerspitzen), an der Schnabelspitze der Enten- und Schnepfenvögel, an der Nase des Maulwurfs, der Zunge der Schlangen, Papageien und Spechte etc. Wenn Sinneszellen der Haut gruppenweise von gewöhnlichen Epithelzellen, den „Hüllzellen" umgeben sind, so werden sie als Sinnesknospen bezeichnet, wie sie sich häufig bei wasserbewohnenden Lurchen und Fischen, besonders in der „Seitenlinie" der letzteren finden. Tastorgane sind auch die Schnurrhaare der Säuger, deren Grund in ein blut- und nervenreiches Polster versenkt ist.

III. Geruchsorgane.

§ 32. Die Beschaffenheit in Gasform wirkender chemischer Reize prüfen die Geruchsorgane, die einmal zum Auffinden der Nahrung für den Besitzer oder auch seine

Nachkommen, sonst zum Suchen des anderen Geschlechts für die Fortpflanzung dienen; in letzterem Falle ist zumeist das männliche Geschlecht mit leistungsfähigeren Werkzeugen ausgestattet. Als einfachste Geruchsorgane dürften die Riechgruben wirbelloser Tiere anzusehen sein — bewimperte, mit Sinneszellen und anschliessenden Nervenenden ausgestattete Hautvertiefungen, die bei Cölenteraten, Würmern und Weichtieren häufig sind. Bei den Insekten sind an Fühlern und Palpen der Mundwerkzeuge Riechhaare angebracht (Fig. 77); als Zapfen oder Kolben in einer kleinen Grube der Kutikula sitzend, bergen sie in einem inneren Hohlraume fadenförmige Fortsätze einer oder mehrerer darunter liegender Sinnesnervenzellen. Die Geruchsorgane der Wirbeltiere sitzen am Kopfe, die der Luftatmer als Nase am Eingange der Atmungswege zur Prüfung der Atemluft. Die Nase ist eine fast immer paarige Höhlung, in deren Wandung sich das Ende eines besonderen, zum Gehirn führenden Geruchsnerven auflöst; die einzelligen Endorgane (Riechzellen) treten zwischen die stützenden Epithelzellen der Riechschleimhaut und setzen sich nach aussen als feine Riechfäden fort (Fig. 78).

IV. Geschmacksorgane.

§ 33. Da die Geschmacksorgane gelöste Stoffe wahrnehmen, so ist bei niederen Tieren des Wassers, das ja auch die Gase gelöst enthält, oft kein Unterschied zwischen Geruchs- und Geschmackswerkzeugen zu ziehen, ja selbst Insekten und Weichtiere weisen keine morphologischen Unterschiede zwischen beiden Arten auf, vielmehr sind es nur Beobachtungen, die auf eine Benutzung der fraglichen Organe in der einen oder andern Weise schliessen lassen. Dagegen sind sie bei den Vertebraten, mit Ausnahme der Vögel, typisch ausgebildet und zwar als zerteilte Enden eines besonderen Gehirnnervens in der Mundhöhle — am Gaumen und auf der Zunge. Die als Geschmacksknospen (Schmeckbecher) bezeichneten Endorgane ähneln in ihrem Aufbau aus fadenförmigen Sinneszellen, die gruppenweise von epithelialen Hüllzellen umgeben sind, den Sinnesknospen des Getastes (Fig. 79).

V. Gehör- und Gleichgewichtsorgane.

§ 34. Eine gemeinsame Behandlung verlangen Gehör- und Gleichgewichtsorgane, da die ersteren wohl aus den letzteren entwickelt sind und bei gleichzeitigem Vorhandensein in enger räumlicher Verbindung stehen. Gehörwerkzeuge dienen zur Wahrnehmung der langsameren Wellenbewegung (10—50 000 Schwingungen pro sec.) in Luft und Wasser, während die Gleichgewichts- oder statischen Organe dem Tiere Umlagerungen seines Schwerpunkts anzeigen und dadurch die Ausführung geordneter, zweckmässiger Bewegungen ermöglichen; viele bisher als akustische Sinneswerkzeuge bezeichneten Organe niederer Tiere bis zu den Fischen hinauf sind jedenfalls statische Organe. Da diese stammesgeschichtlich älter sind, mögen sie zuerst besprochen werden.

Der Gleichgewichtssinn hat bei den Wirbellosen zumeist die Form eines Bläschens oder einer Kapsel, der Statozyste, die mit lymphatischer Flüssigkeit gefüllt und mit einem sensibeln Nerven verbunden ist; ihre Innenwand ist mit härchentragenden Sinneszellen bekleidet, und ein oder mehrere in der Flüssigkeit schwimmende Steinchen aus kalkhaltiger Abscheidung, die Statolithen, ruhen bei Gleichgewichtslage des Tieres auf einer bestimmten Gruppe der Haarzellen (Fig. 80). Sobald aber eine unrichtige Körperlage eintritt, wird der Statolith auf die Borsten andrer Zellen fallen, die hiervon ausgehende Druckempfindung durch die Nervenleitung im Zentralorgan zum Bewusstsein kommen und als Reflex Muskelbewegungen zur Herstellung des Gleichgewichts auslösen. Statozysten von dieser und ähnlicher Form und gleicher Wirkung weisen viele Hohltiere, freilebende Würmer, Weichtiere und Krebse

auf, bei letzteren mit der Abänderung, dass das an einem Fühler angebrachte Organ durch einen Spalt mit dem Wasser Verbindung hat und statt des vom Tierkörper ausgeschiedenen Statolithen einen Fremdkörper, etwa ein Sandkörnchen, enthält. Bei der Häutung wird die ganze Chitinauskleidung der Blase samt Reizhaaren und Statolith

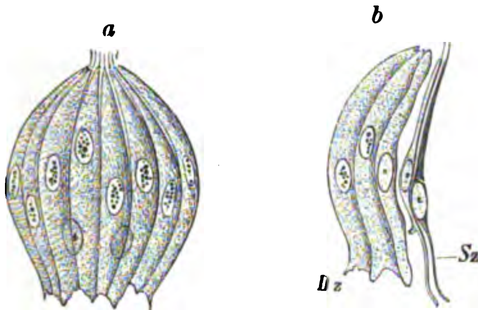


Fig. 79. *a* Einzelne Geschmacksknospe des Kaninchens. *b* Isolierte Stütz- oder Deckzellen *(Dz)* und Geschmackszellen *(Sz)* (aus CLAUS-GROBBEN).

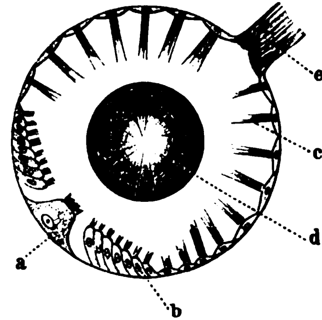


Fig. 80. Statozyste einer Schnecke, stark vergrössert; *a* grosse, isoliert stehende Sinneszelle, *b* kleinere Sinneszellen, *c* die Sinneshaare, *d* der Statolith, *e* der an das Bläschen herantretende Nerv (a. LEUNIS).

mit abgeworfen, nach Erneuerung ein andres Sandkörnchen vom Krebse selber eingeführt. Für die Bedeutung dieser Organe bezeichnend ist ihr auf bewegliche Tiere beschränktes Vorkommen, sodass unter den Hohltieren nur die freischwimmenden Quallen (Fig. 13) solche am Scheibenrande verteilt besitzen, nicht aber die unbeweglichen Schwämme und Polypen; dementsprechend fehlen sie auch unter den Weichtieren den trägen Muscheln und festsitzenden Schnecken.

Bei den Wirbeltieren ist zwar das statische Organ ebenfalls ausgebildet, aber im Zusammenhange mit dem Gehörorgan, das dem sog. inneren Ohr oder Labyrinth angehört (Fig. 81). Auch hier ist eine, freilich in die Tiefe gerückte, Statozyste die Grundlage, jedoch zweigen sich als eigentliche empfindliche Teile drei hohle Bügel (halbzirkelförmige Kanäle) ab, die den drei Richtungen des Raumes entsprechend gerichtet sind und mit kugeligen Anschwellungen (Ampullen) in den oberen Teil der Statozyste, hier Utriculus genannt, münden. Reize, die einen der Kanäle treffen, werden von Sinneszellenpolstern am Utriculus aufgenommen, durch abzweigende Nervenstränge weitergeleitet und haben Lageveränderungen in der entsprechenden Ebene zur Folge.

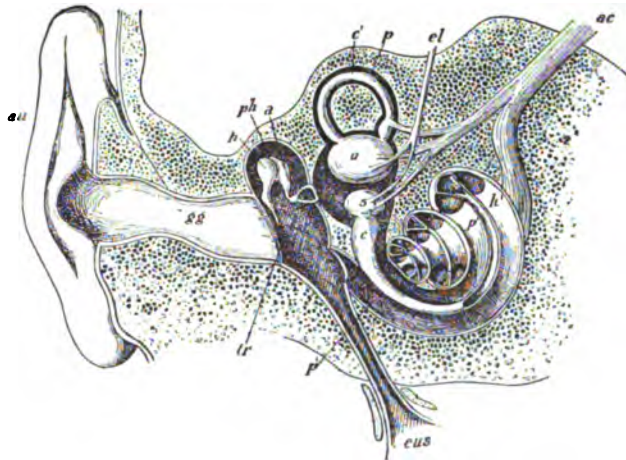


Fig. 81. Ohr des Menschen im Durchschnitt. *a* Ambos, *ac* Hörnerv, *au* äusseres Ohr, *c* Schnecke, *c'* ein halbzirkelförmiger Kanal (die beiden anderen sind fortgelassen), *el* Ductus endolymphaticus, *eus* Eustachische Trompete, *gg* äusserer Gehörgang, *h* Hammer, *h'*, *p*, *p'* perilymphatische Räume des Labyrinths, *ph* Paukenhöhle, *s* Sacculus, *tr* Trommelfell, *u* Utriculus (nach CZERMAK aus GOETTE).

Die Gehörorgane, die zur Wahrnehmung der langsameren Wellenbewegung

in Luft und Wasser dienen, haben bei den Vertebraten in der hinteren Hälfte des Labyrinths ihren Sitz, wo sich von der ursprünglichen Statozyste unterhalb des Utriculus ein zweites Bläschen, der Sacculus, abschnürt; dieser verlängert sich nach unten in einen häutigen, vom Gehörnerven *(Nervus acusticus)* innervierten Schlauch, der bei den höheren Wirbeltieren zur Schnecke aufgewunden ist (Fig. 81); aufnehmende Elemente sind in sehr grosser Zahl auf der Innenseite der Schneckenwindungen ausgespannte elastische Fasern, mit denen Hörzellen in Verbindung stehen. Als schallleitende und -verstärkende Teile kommen bei letzteren Gehörknöchelchen, Paukenhöhle, Trommelfell, Gehörgang und wohl auch äussere Ohrmuscheln hinzu.

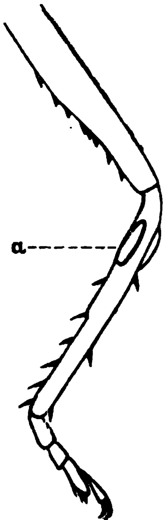


Fig 82. Vorderbein einer Heuschrecke mit Gehörapparat unter dem Häutchen *a* (aus KOLBE).

Gebilde ganz selbständiger Art sind die chordotonalen und tympanalen Gehörorgane der Insekten. Erstere erscheinen als Bündel langgestreckter Sinneszellen, die saitenartig unter der Leibeswand ausgespannt durch Schallwellen in Schwingungen versetzt werden dürften. Gesicherter ist die Annahme akustischer Tätigkeit für die tympanalen Organe, die sich bei zirpenden Gradflüglern (Fig. 82, 83) an Rumpf oder Gliedmassen finden; sie sind i. G. ein nervoser Endapparat, dem die Schallreize durch eine trommelfellartig verdünnte Hautstelle zukommen, mit Resonanzwirkung einer benachbarten Tracheenblase.

VI. Sehorgane.

§ 35. Die Lichtempfindlichkeit erstreckt sich wenigstens als Wahrnehmung von hell und dunkel vielfach über die ganze Haut, selbst wenn schon besondere Organe für Lichtreize, auf höherer Stufe für bildliche Wahrnehmung von Gegenständen, als Augen, vorhanden sind. Diese entstehen zunächst als Sammlung jener Fähigkeit auf bestimmte Hautstellen unter Anhäufung von Pigment, um Seitenlicht abzublenden, und Herzutritt eines Nerven (Fig. 84); die betreffenden Epithelzellen modeln sich zu stäbchenförmigen Sinneszellen, die vereint eine Netzhaut oder Retina bilden. Vervollkommnung tritt ein durch Verdikkung der Kutikula über der empfindenden Schicht zu einer lichtbrechenden Linse, deren Wirkung durch einen Glaskörper zwischen Linse und Netzhaut gesteigert werden kann. In einfacher oder feinerer Ausbildung dieser Teile finden sich Augen und augenähnliche Sehorgane bei Quallen als radiär verteilte Randkörper (Fig. 13), desgleichen bei Seesternen an den Enden der Arme, bei einigen Muscheln in Mehrzahl am Mantelrande; Würmer haben sie in wechselnder Zahl und an den verschiedensten Stellen, andere Bilateraltiere, nämlich Schnecken, Gliederfüssler und Wirbeltiere symmetrisch am Kopfabschnitte. Aus den mannigfaltigen Bildungen heben sich als wichtigste Augenformen in aufsteigender Reihe die folgenden heraus:

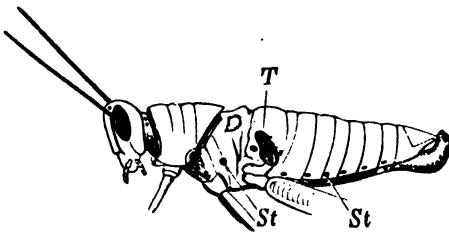


Fig. 83. Feldheuschrecke. *St* Stigmen, *T* Trommelfell des tympanalen Gehörorgans (nach FISCHER aus CLAUS).

1. Augenflecke (Fig. 84, 1) als die oben erwähnte einfachste Anlage mit oft undeutlicher Abgrenzung vom gewöhnlichen Epithel: Quallen.

2. Napfaugen (Fig. 84, 2), ein mehr oder weniger grubig vertiefter Bezirk lichtempfindlichen Epithels, den Pigmentzellen entweder als Grenzzone umgeben oder die sich als Stützzellen zwischen die Sinneszellen schieben. Dies Napfauge trifft man

in weit offener Form bei manchen Medusen und Weichtieren, während bei vielen Würmern (Fig. 84, 4) und Tintenfischen die Ränder der tief eingesenkten Grube sehr genähert sind und an den Punktaugen der Spinnentiere und Insekten eine Linse den Augennapf zudeckt (Fig. 84, 3).

3. Blasenaugen (Fig. 84, 5); entstanden zu denken durch völligen Abschluss der Augengrube nach oben und Ablösung vom Epithel. Die Sinneszellen sammeln sich

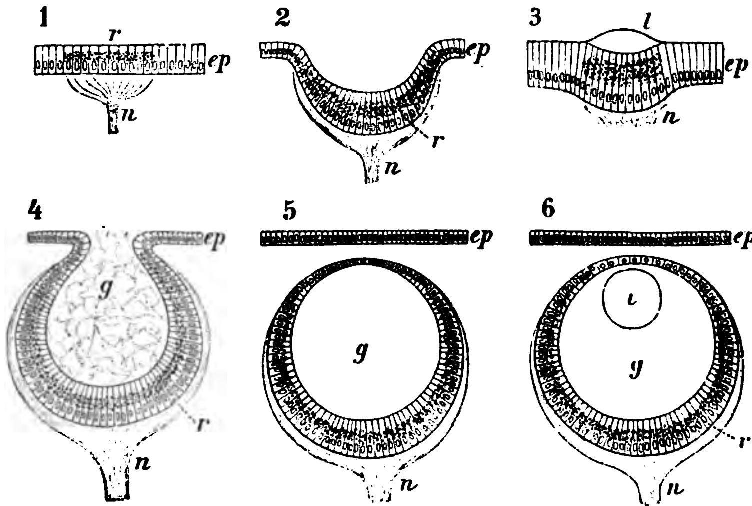


Fig. 84. Verschiedene Formen von Sehorganen, schematisch. *n* Sehnerv, *r* Netzhaut, *ep* Oberhaut, *g* Glaskörper, *l* Linse (aus BOAS).

als Retina in der hinteren Hälfte der Blase, während die vordere Wand, ebenso wie die bedeckende Hautpartie, aus durchsichtigen Epithelzellen besteht. Den Hohlraum füllt eine Absonderung der Wandung als Glaskörper aus, der wieder als besonderen Teil eine Linse hervorbringen kann (Fig. 84, 6). Nach diesem Plane sind die Augen der Schnecken gebaut.

4. Eingestülpte (inverse) Blasenaugen. Bei der Anlage bildet sich zunächst — und zwar bei Wirbellosen von der Haut, bei den Wirbeltieren vom Gehirn aus — eine mit Epithel ausgekleidete Augenblase. Dann stülpt sich die vordere, dem Lichte zugekehrte Blasenwand gegen die hintere bis zur gegenseitigen Berührung ein, sodass eine zweischichtige Halbkugel entsteht, deren vordere Schicht zur Retina, deren hintere zu einer für Licht undurchlässigen Pigmentzellenlage wird. Der so entstandene Napf wird dann wieder zur Kugel geschlossen, indem sich eine Zellwucherung der Haut als Linse vor die Oeffnung legt. Da die freie Epithelfläche der ursprünglichen Blase deren Innenraum zugekehrt war, so müssen die der ersteren zunächstliegenden Sinneszellen, die „Stäbchen", bei der Einstülpung nach hinten gegen die Pigmentlage rücken und demnach vom Lichte abgekehrt sein, während bei den vorhergenannten Augenformen die Stäbchenschicht der Retina grade dem Lichteinfall am nächsten liegt. Infolgedessen muss bei der besprochenen Bildung des Auges das Licht erst noch die anderen, äusseren Schichten der Netzhaut durchlaufen, ehe es an deren eigentliche empfindende Teile, die Stäbchen, gelangt. Der Sehnerv verbreitet sich bei den Wirbellosen von vorn her über die Retina, während er sie bei den Wirbeltieren von hinten her kommend durchbricht (Fig. 332). Unter den ersteren haben namentlich die Spinnen- und einige Weichtiere inverse Blasenaugen.

Die optische Leistung des vervollkommneten Auges entspricht derjenigen einer

Camera obscura, gebildet von der mit schwarzem Pigment ausgekleideten Augenkammer, in die Lichtstrahlen nur durch die vordere Linse einfallen können, sodass sie unter Brechung auf der Netzhaut vereinigt werden und verkleinerte, umgekehrte und reelle Bilder äusserer Gegenstände entwerfen. Damit aber auch Gegenstände von verschiedenem Abstande stets in gleicher Schärfe, d. h. unter Vereinigung der von ihnen ausgehenden Strahlen auf und nicht vor oder hinter der Netzhaut, wahrgenommen werden, sind Einrichtungen vorhanden, um das Auge auf wechselnde Entfernungen einzustellen: Akkommodation des Auges. Dies geschieht durch Wirkung im Innern des Auges gelegener Muskeln, z. B. des Ciliarmuskels der Vertebraten (Fig. 332), wobei entweder die Wölbung der Linse verändert oder deren Abstand von der Netzhaut geregelt wird; Wassertiere haben in der Regel ein auf nahe Gegenstände, Landtiere ein auf entferntere eingestelltes Auge. Auch verschiedenen Lichtstärken kann sich das Auge anpassen, indem die über der Linse liegende durchsichtige Hautstelle durch Blenden verkleinert oder vergrössert wird. Wo Einrichtungen zur Akkommodation fehlen, beschränkt sich das Sehen auf die Wahrnehmung der Bewegungen von Körpern. Um die Augen selbständig auf verschiedene Gegenstände zu richten, sind bei vielen Krebsen und Wirbeltieren besondere Bewegungsmuskeln vorhanden, deren Zusammenwirken bei zwei Augen das körperliche stereoskopische Sehen ermöglicht (Fig. 408).

Ferner treten, besonders bei Landtieren, Hilfseinrichtungen auf, welche die empfindlichen Sehapparate vor ungünstigen Einwirkungen zu schützen haben, so bedekkende Hautfalten als Lider und Nickhaut, die sich unter echten Wassertieren nur

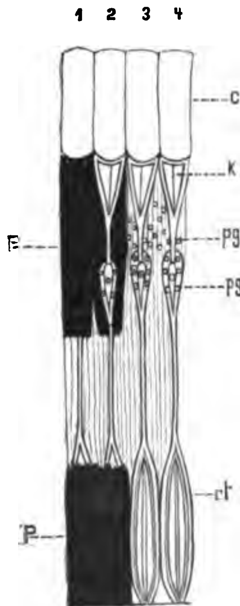


Fig. 85. Drei Ommatidien des Maikäfers, zwei vom Pigment entblösst. *c* Cornea, *k* Krystallkegel, *p* Pigmentscheide, *pg* Pigmentzellen, *rt* Retinulae (nach GRENACHER aus KOLBE).

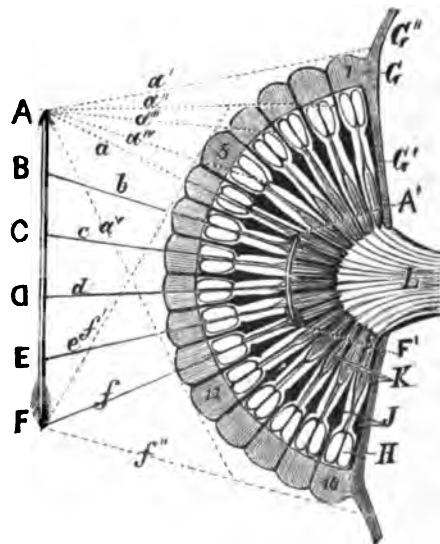


Fig. 86. Schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Netzauges. *G* Hornhaut, übergehend in die Hinterwand der Augenkapsel *(G')* und in die Kutikula des Kopfes *(G'')*, *H* Krystallkegel, *K* Retinulae, *L* Sehnerv. Erklärung der übrigen Buchstaben im Texte (aus JUDEICH-NITSCHE).

bei den hochstehenden Tintenfischen und Haien finden, ferner Tränendrüsen zum Absondern eines Sekrets, das Fremdkörper von der Augenfläche wegspült, Tränenkanäle zum Ableiten der überschüssigen Flüssigkeit, Brauen und Wimpern zum

Auffangen von Schweiss und Fernhalten von Insekten und Staub.

Nach Bau und Arbeitsleistung sehr verschieden von den bisher abgehandelten Augentypen ist das zusammengesetzte Netz- oder Fassettenauge der Krebstiere und Insekten, sowie einzelner Muscheln. Von stark gewölbter bis fast kugeliger Form, besteht jedes solches Sehwerkzeug aus einer Mehrzahl, von dreien bis zu zehntausenden, einzelner langgestreckter und als Kugelradien gestellter Augen (Ommatidien), deren äussere Fläche polygonal begrenzt ist, sodass die Oberfläche des ganzen Auges genetzt, fassettiert aussieht. Jedes Ommatidium (Fig. 85) besteht zu oberst aus der linsenförmig verdickten Chitinkutikula, dann folgt ein von besonderen Zellen ausgeschiedener Krystallkegel, der als Glaskörper wirkt, und eine Gruppe Sehzellen, die als Netzhautelemente (Retinulae) zu gelten haben; sie bilden in ihrem unteren verdickten Teile als eigentliches lichtempfindliches Organ ein Stäbchen (Rhabdom) aus. Jedes Einzelauge ist unterhalb der Linse in eine Pigmentröhre eingeschlossen, die von benachbarten Pigmentzellen geliefert wird und für die optische Leistung wesentlich in Betracht kommt. Von dieser Leistung kann man sich folgende schematische Vorstellung machen (Fig. 86): Die Pigmentröhre ist so angeordnet, dass von den Strahlen, die der Gegenstand A—F aussendet, nur diejenigen bis zu den Stäbchen gelangen können, die senkrecht als Radien auf die Augenfläche fallen, während die schief auftreffenden von irgend einer Pigmentröhre verschluckt werden, die tangentialen aber abgleiten. So gelangt z. B. von allen von der Spitze A ausgesandten Strahlen nur *a* durch Linse und Krystallkegel bis zum Rhabdom *A'*; *a''* bis a^{IV} werden vom schwarzen Pigment ausgelöscht. Dasselbe gilt von den von den Punkten B—F ausgehenden Strahlen, sodass lediglich die Strahlen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* und *f* in die Tiefe der Einzelaugen bis zu den Retinulae gelangen und hier ein aus sechs Einzeleindrücken zusammengesetztes Bild A'—F' erzeugen, das verkleinert und gekrümmt, aber aufrecht, virtuell ist. Da also die Einzelaugen immer nur einen Punkt des beobachteten Körpers wahrnehmen, so sehen die Träger von Netzaugen einen Gegenstand zwar nur einmal (nach früherer Annahme so oft, wie das Auge Fassetten zählt), aber in Form einer Mosaik aus einzelnen punktartigen Feldern: musivisches Sehen. Da Einrichtungen zur Akkommodation fehlen, kann das Bild nie in allen seinen Teilen deutlich werden, weshalb die Netzaugen wesentlich zum Sehen von Bewegungen geeignet sind.

Vorhandene Augen können bei Tierformen im Verlaufe der Stammesgeschichte infolge von Nichtgebrauch zurückgebildet werden und selbst verlorengehen. Dies betrifft Tiere, die im Schlamme (Muscheln) oder unterirdisch (Maulwurf) oder im Innern von Pflanzen leben (Larven von Fliegen, Rüssel- und Borkenkäfern), sowie alle Binnenschmarotzer. Bei Bewohnern dunkler Höhlen, seien sie Land- oder Süsswassertiere, sind alle Uebergänge bis zur Augenlosigkeit zu beobachten (Käfer, Krebse, Fische, Molche); dagegen tritt bei den Geschöpfen der dunkeln Tiefsee neben der gleichen Erscheinung auch das Gegenteil, der Besitz sehr grosser Augen auf, die das von Leuchtorganen stammende Licht zum Sehen benutzen.

o. Geschlechtsorgane.

§ 36. Die ungeschlechtliche Vermehrung in den Formen der Teilung und Knospung ist bei den Metazoen weit seltener und auf Wirbellose beschränkt gegenüber der geschlechtlichen Fortpflanzung. Bei dieser werden zwei verschiedenartige, als Keime oder Geschlechtszellen bezeichnete Zellen mit einander vereinigt, wobei der Verschmelzung der Kerne das Hauptgewicht zufällt. Die als Samenzellen bezeichneten männlichen und die weiblichen Keime oder Eier entstehen in gewissen Keimla-

g e r n, den G e s c h l e c h t s- oder G e n i t a l o r g a n e n (Gonaden) und zwar meistens in getrennten, nämlich die männlichen im H o d e n (Testis), die weiblichen im E i e r- s t o c k (Ovarium); wegen ihres drüsenähnlichen Baues, dem freilich die Leistung nicht entspricht, werden sie auch Keimdrüsen genannt.

Unter den Hohltieren sind die ursprünglichen Körperschichten zur Keimerzeugung befähigt, aber erst bei den Cnidarien als bestimmte Stellen des Ekto- oder Entoderms, während bei den Bilateraltieren stets das Mesoderm in Form der sekundären Leibeshöhle Ort der Keimbildung ist. Die Geschlechtszellen mancher Würmer entstehen einfach in der Wand der Leibeshöhle, von der sie sich reif geworden ablösen und dann durch Nephridien nach aussen befördert werden. Meist jedoch führt das Bedürfnis nach Flächenvermehrung zur Abtrennung der Keimlager von der Cölomwand und Ausbildung als besondere Keimdrüsen mit Ausführungsgängen, die sich meist zu eigens ausgestalteten Leitungswegen der Geschlechtsstoffe entwickeln, ja Anhangsgebilde in Form weiterer echter Drüsen erhalten, deren Absonderung die Keimvereinigung und Eientwicklung fördert (Fig. 87). Dementsprechend tritt zu den Hoden der S a m e n- l e i t e r (Vas deferens) und ein Behältnis zur Ansammlung des Samens, die S a m e n b l a s e (Vesicula seminalis) und Anhangsdrüsen, z. B. die V o r s t e h e r d r ü s e (Prostata), deren Erzeugnis dem Samen beigemischt wird, um seine Zellen lebenskräftiger zu erhalten, oder solche, die besondere derbe Hüllen (Spermatophoren) um ein Quantum Samen bilden. Der Endabschnitt des Samenleiters pflegt zum Ausspritzen des Samens starke Muskelwandung zu erhalten (Ductus ejaculatorius), die Mündung in ein Begattungsorgan, das m ä n n l i c h e G l i e d (Penis) umgewandelt zu werden, nämlich in eine Röhre, die durch Chitin-, Horn-, Knochengebilde gefestigt werden kann, und den Samen sicher in die weiblichen Genitalien hineinführt.

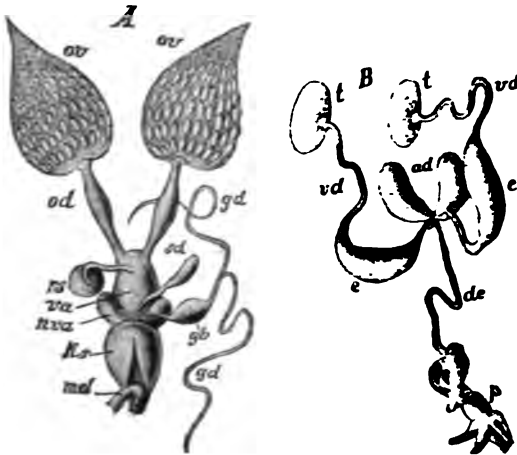


Fig. 87. *A* weiblicher, *B* männlicher Geschlechtsapparat der Honigbiene. *ov* Eierstöcke, aus zahlreichen gekammerten Eiröhren bestehend, *od* Eileiter, *rs* Samentasche, *va* Scheide, *nva* deren Nebentaschen, *ks* Kolben des Stachelapparates, *md* Mastdarm, *sd* Schmierdrüse, *gd* Giftdrüsen, *gb* Giftblase. — *t* Hoden, *vd* Samenleiter, *e* deren erweiterter Teil, *de* Ductus ejaculatorius, *ad* Anhangsdrüsen, *p* Penis (nach LOOSS aus LANG).

An die Ovarien schliesst sich analog der E i l e i t e r (Ovidukt) nebst Drüsen, die Baustoffe zur Ausgestaltung des reifenden Eies oder Klebmittel zur Anheftung des abgelegten an passende Orte stellen: Dotterstöcke, Schalen- und Kittdrüsen. Dem Samenleiter entspricht die S a m e n t a s c h e (Receptaculum seminis) als Behältnis für das empfangene Sperma; der Eileiter kann sich zu einem F r u c h t h ä l t e r (Tragsack, Uterus) erweitern, in dem das befruchtete Ei seine Weiterentwicklung durchmacht, der Endabschnitt schliesslich Einrichtungen zur Aufnahme des männlichen Begattungsgliedes erhalten: S c h e i d e, B e g a t t u n g s t a s c h e.

Das Vorhandensein beider Arten Geschlechtsorgane in einem Tierkörper ist bei vielen Wirbellosen die Regel; solche Tiere heissen Z w i t t e r (Hermaphroditen). Zur Zwitterbildung neigen einesteils Formen von niederer Organisationsstufe, andernteils zumal die festsitzenden und langsam beweglichen, so die Rippenquallen, alle Plattwürmer, die Regenwürmer, die Manteltiere, alle Lungen- und Landdeckelschnecken.

Dagegen ist das Zwittertum unter den Wirbeltieren auf die Rundmäuler und einige Knochenfische beschränkt, obwohl sich Andeutungen davon bei den höheren Klassen bis zum Menschen hinauf finden; Fälle von ausgesprochenem Hermaphroditismus sind hier als Missbildungen zu betrachten.

Als Ausgangsstufe der Zwitterbildung liegen die zwei Arten Keimstätten im Tierleibe so nahe benachbart, dass sich Samen und Eier in ihm vereinigen können: Rippenquallen. Bei den sonst hochstehenden Lungenschnecken (Fig. 288) sind Hode und Eierstock noch als sog. Zwitterdrüse vereinigt, die Leitungswege für Samen und Eier zwar streckenweise äusserlich noch einheitlich, dann aber in Wirklichkeit durch Längsteilung des gemeinsamen Ganges gesondert. Vollkommen selbständig sind nebeneinander die beiderlei Geschlechtsorgane bei allen Plattwürmern (Fig. 122), wo nur — wie schon bei den vorigen — die weiblichen und männlichen Gänge zusammen in einen gemeinsamen Endraum (Genitalatrium, Geschlechtskloake) ausmünden; Blutegel und Regenwürmer haben selbst jene völlig getrennt. — Nach der Ausbildung der erwähnten zwittrigen Geschlechtsanlagen würde die Möglichkeit, dass ein Einzelwesen sich selbst befruchtete, vorhanden sein und findet sich auch ausnahmsweise verwirklicht, doch ist sie gewöhnlich dadurch verhindert, dass die beiden Arten Keimzellen nicht gleichzeitig reif werden; also ist auch bei Zwittertieren die Vereinigung zweier Einzelwesen, die Begattung, nötig.

Zur Befruchtung, d. h. zur Vereinigung von Samen- und Eizellen, werden die Keime im einfachsten Falle ins Wasser entleert, so dass jene ein äussere ist; sie findet sich ausser bei vielen wirbellosen Seetieren auch bei den meisten Fischen und sogar auf dem Lande bei Froschlurchen. Als innere Befruchtung oder Begattung (Copula) gilt die Einführung des Samens in die weiblichen Geschlechtswege, meist durch ein besonderes Werkzeug, den Penis, der sogar verdoppelt sein kann (Schuppenechsen) und vielfach mit besonderen Reizorganen wie Hornpapillen, Stacheln versehen ist, um zur Sicherung der Befruchtung einen lebhaften Erregungszustand des anderen Teiles hervorzurufen. Statt des Penis treten nicht selten andere Körperteile, meistens Gliedmassen ein, zumal wenn der Same infolge der Umhüllung mit einer Spermatophore wie ein Packet gehandhabt werden kann; derartig benutzt der männliche Flusskrebs die zu Rinnen umgestalteten beiden ersten Paare Bauchfüsse, Spinnen die löffelartigen Kiefertaster, unsere Kiemensumpfschnecke (*Paludina vivipara*) den umgebildeten rechten Fühler, die Haifische einen abgegliederten Teil der Bauchflosse. Höchst merkwürdig ist die Einrichtung bei den Tintenfischen: es wird nicht nur einer der Fangarme als „Hektokotylus“ zur Einführung von Samenpacketen in das andre Geschlecht benutzt, sondern ein solcher kann sich mit solchen anfüllen, vom Körper losgelöst eine Zeitlang selbständig in Wurmge-

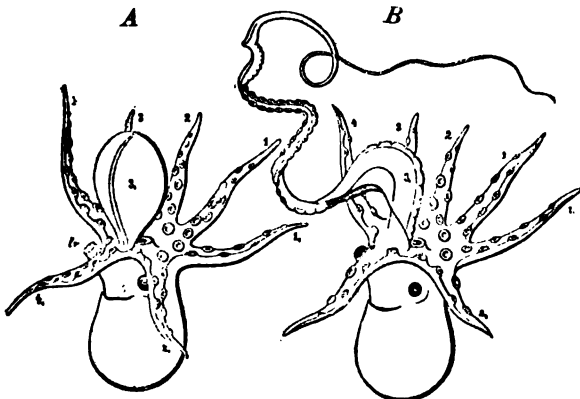


Fig. 88. Männchen von *Argonauta*, von der linken Seite gesehen. — *A*. Der Hectocotylusarm ist noch in ein häutiges Säckchen eingeschlossen. *B*. Der Hektokotylusarm ist bereits von dem häutigen Säckchen befreit, welches noch als Hautfalte demselben anhängt. 1, 2, 3, 4 Arme der rechten Seite (vom Rücken aus gezählt), 1,, 2,, 3,, 4, Arme der linken Seite (nach H. MÜLLER aus HATSCHEK).



Fig. 89. Liebespfeil von *Helix pomatia* (aus LEUNIS).

stalt umherschwimmen und endlich in die Mantelhöhle eines Weibchens eindringend den Samen übertragen (Fig. 88). Als Hilfsmittel zur Einleitung der Begattung sei schliesslich noch der „Liebespfeil“ der Lungenschnecken genannt, ein zierliches Kalkgebilde (Fig. 89), das in dem „Pfeilsack“, einer besonderen Anhangsdrüse der Genitalien (Fig. 288), erzeugt und vor der Paarung auf den Partner abgeschlossen wird, um in dessen Körperhaut eindringend als Reizmittel zu wirken.

p. Korrelation, Anpassung, Konvergenz und Funktionswechsel der Organe.

§ 37. Infolge der getrennten systematischen Behandlung, welche die Besprechung der Organsysteme in den vorangegangenen Abschnitten erfuhr, kann der Eindruck entstehen, als ob der Tierkörper aus ebensovielen gesonderten Gewebskomplexen mit streng durchgeführter Verteilung der Arbeitsleistungen auf sie bestünde. Aber nicht nur die öfters erwähnten Fälle der Angleichung gewisser Organe an solche eines anderen Systems oder die Erweiterung der Verrichtung über die ihm allgemein zufallenden Anforderungen hinaus, sondern die vergleichende anatomische Betrachtung überhaupt lassen erkennen, dass den Werkzeugen des Tierkörpers ein weiter Spielraum der Umbildung als Folge verschiedener Beanspruchung gegeben ist. Bei den Veränderungen, welche die Organe dabei nach ihrer Form, Grösse und Leistung erfahren, ist ferner eine enge Beziehung jedes einzelnen zu einem anderen und zum Ganzen wahrzunehmen, derart, dass die in irgend einer Hinsicht vor sich gehende Umbildung eines Teiles entsprechende Wandlungen anderer im Gefolge hat; so pflegt die Vergrösserung einzelner Organe auf Kosten anderer zu geschehen, Lageverschiebungen ändern den gesamten Bauplan, Uebernahme neuer Leistungen setzt die sonst mit diesen betrauten Organe ausser Tätigkeit und ändert dadurch ihre gewebliche Eigenart. Die Organe stehen also in einem Wechselverhältnisse zu einander, das allen Aenderungen gegenüber die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes im Organismus anstrebt; man nennt dies Wechselverhältnis die Korrelation der Organe.

Anknüpfend an die eben ausgesprochenen Hinweise sei nochmals der zweckmässigen Umwandlungen gedacht, die Organe von ursprünglich mannigfaltiger Leistungsfähigkeit bei der Beschränkung auf bestimmter umschriebene Verrichtungen erfahren und die schliesslich zu einseitigster Verwendung, zur Spezialisierung, führen können; z. B. sahen wir die ursprünglich der Ortsbewegung und dem Nahrungserwerbe dienenden Arme von Tintenfischen zu spezialisierten Geschlechtsorganen werden. Diese Anpassung eines Organs an immer beschränktere Leistung kann dazu führen, dass es aus der Reihe typischer Merkmale, die einer ganzen Reihe unter sich verwandter Tierformen durch andauernde Vererbung von den Vorfahren eigen geworden waren, heraustritt und zu einer rein adaptiven Eigenschaft wird, die unter

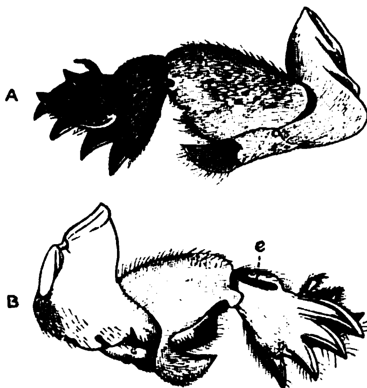


Fig. 90. Vorderbein von *Gryllotalpa vulgaris*. *A* Aussen-, *B* Innenseite, *e* Ohröffnung (aus SHARP).

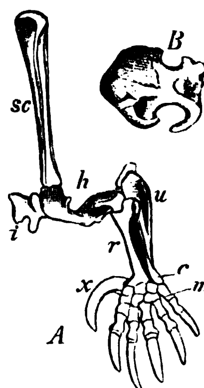


Fig. 91. *A* Vorderextremität von *Talpa europaea*; *sc* Schulterblatt, *i* Schlüsselbein, *h* Oberarm, *r* Speiche, *u* Elle, *c* Handwurzel, *m* Mittelhand, *x* Sichelbein. *B*. Oberarm in der Flächenansicht (a. HAYEK).

der Einwirkung gleicher biologischer Ansprüche bei an sich ganz fernstehenden Wesen vorkommen mag. So hat die fast ausschliessliche Benutzung der Vorderextremität zum Graben unter der Erde das ursprüngliche Laufwerkzeug bei zwei so verschiedenen

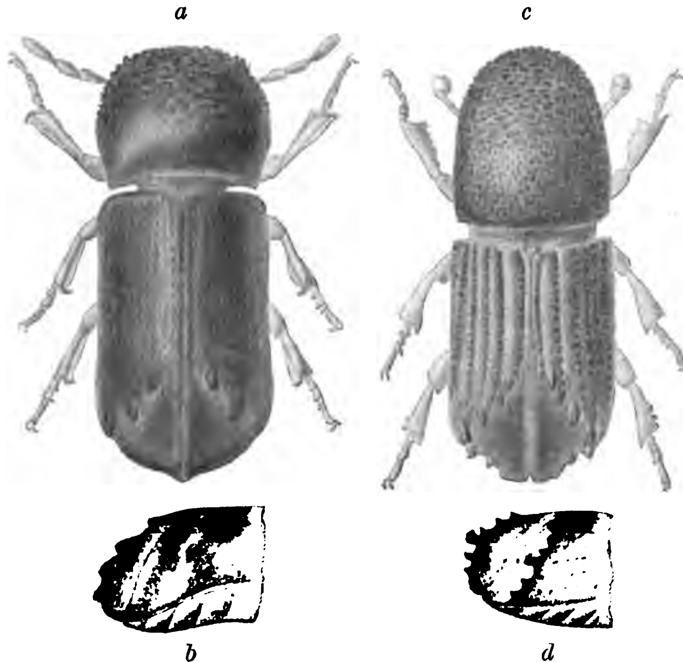


Fig. 92. *a Xylothrips religiosus*, eine Ligniperdide; *b* Absturz. *c Ips sexdentatus*, eine Ipide; *d* Absturz.

Tierformen wie Maulwurfsgrille und Maulwurf (Fig. 90 u. 91) zu einem platten Grabscheit umgeformt. Oder der Fall liegt so, dass Körperteile durch dieselbe Beanspruchung nach der gleichen Richtung hin umgemodelt worden sind. Solche zu einer ähnlichen

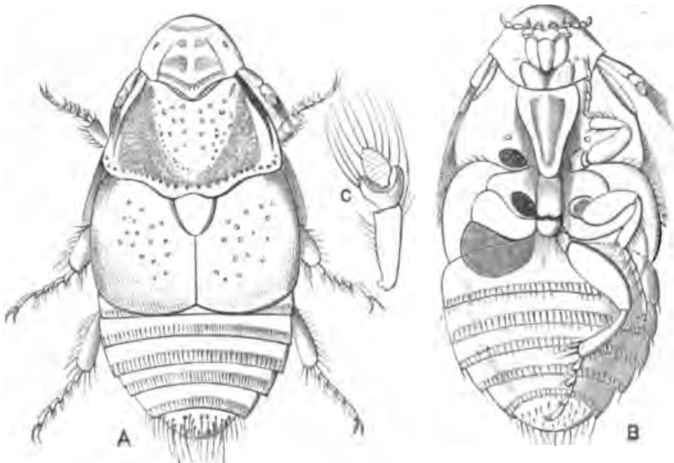


Fig. 93. *Platypsyllus castoris*. *A* von der Ober-, *B* von der Unterseite, *C* Fühler (nach WESTWOOD aus SHARP).

Erscheinungsform hinleitende Anpassungen werden konvergente genannt; sie können auf dem Wege der Korrelation des Tierkörpers sich so häufen, dass Organismen in ihrem Gesamtbilde einen hohen Grad durch Adaption gewonnener Aehnlichkeit oder

Konvergenz erreichen, wofür neben vielen andern die im Holze wohnenden Käfer ein sehr treffendes Beispiel bieten. Sowohl bei der Familie der *Ligniperdidae*, die zu den *Diversicornia* mit fünfgliedrigen Füssen gehört, wie bei den Borkenkäfern *(Ipidae)*, welche *Rhynchophora* mit vier Fussgliedern sind, sehen wir das Ende der Flügeldecken zu einer biologisch wichtigen Einrichtung, dem sogenannten Absturze, umgestaltet (Fig. 92), nämlich einer vertieften kreisrunden Fläche, die von den zahnartig verlängerten Enden der Flügelrippen umstellt ist. Mit dieser stempelartig wirkenden Vorkehrung schaffen die Angehörigen beider Käferfamilien beim Ausnagen ihrer Brutgänge im Holze das hinderliche Bohrmehl nach rückwärts aus diesen heraus; auch ihr übriges Aeussere verkörpert den Erfolg parallelgehender Lebensweise auf den Tierkörper: die walzige Form, das den Kopf schützende Halsschild mit als Raspel ausgebildeter Vorderfläche, die kellenartig verbreiterten Beinschienen u. a. m.

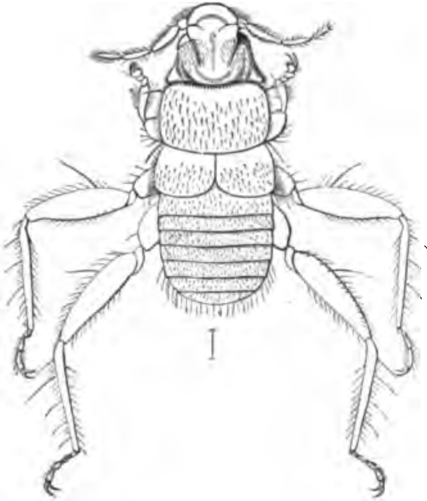


Fig. 94. *Polyctenes fumarius* (nach WESTWOOD aus SHARP).

Zu hohem Grade von Konvergenz führt gewöhnlich das Schmarotzertum hin, dessen einseitig vorteilhafte Lebensbedingungen korrelativen Verschiebungen besonders günstig sind, wie die Nebeneinanderstellung des auf dem Biber als Parasit lebenden Käfers *Platypsyllus castoris* (Fig. 93) und des auf Fledermäusen vorkommenden Schnabelkerfs *Polyctenes* (Fig. 94) beweist: beide einander ganz fremde Insekten zeigen Verlust der Flügel, Abplattung des Körpers, Ausbildung von Borstenreihen als Klammereinrichtungen, Umbildung der Mundwerkzeuge an die parasitische Ernährung u. a. m.

Mit den Erscheinungen der Anpassung und Konvergenz berührt sich bisweilen der Funktionswechsel der Organe, nimmt aber oftmals eine selbständige Stellung ein. Es werden hierbei von Organen scharf begrenzter Funktion Verrichtungen übernommen, die ihnen ursprünglich weitab liegen, und zwar mit geringen oder grösseren morphologischen Anpassungen. Als Beispiel reinen Funktionswechsels kann die Tränendrüse eines unterirdischen Nagetieres, des maulwurfsähnlichen Blindmolls *(Spalax)* genannt werden; da ihre ursprüngliche Aufgabe, den Augapfel zu reinigen, infolge Wegfalles der Augen gegenstandslos geworden ist, dient ihr Sekret zum Ausspülen des Staubes aus der Nasenhöhle. Ferner sei der Knurrhahn (*Trigla hirundo*), ein häufiger Fisch unserer Meere, aufgeführt, der die frei gewordenen und verstärkten drei ersten Strahlen seiner Brustflossen zum Kriechen auf dem Boden benutzt (Fig. 95), sodass hierbei die ursprünglich zum Schwimmen benutzten Flossen zu einem Gehwerkzeug umgewandelt werden. Besonders häufig gehen Sinnesorgane einen Funktionswechsel ein: die Nasenöffnung des Elefanten wurde als muskulöser Rüssel ein Greifwerkzeug; die langen Fühler der Land-

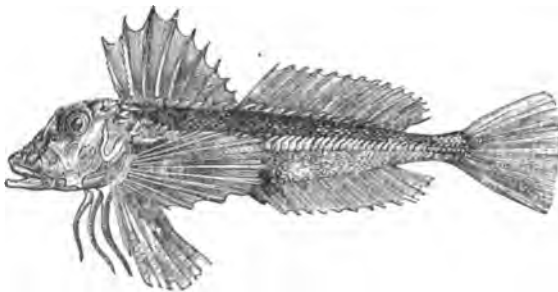


Fig. 95. *Trigla* (aus GÜNTHER).

wanze *Ploearia vagabunda* werden als 4. Beinpaar, die der Mauerassel *(Oniscus muralis)* zum Aufrichten des umgefallenen Tieres benutzt; bei südamerikanischen Bockkäfern *(Onychocerus)* ist das Endglied der Fühlhörner ein Giftstachel geworden, mit dem der Träger empfindlich sticht u. a. m.

10. Fortpflanzung.

§ 38. Neben der Selbsterhaltung ist Hauptzweck des tierischen Individuums die Fortpflanzung, d. h. die Verwendung eines Teiles seiner Leibesmasse zum Aufbau eines neuen Einzelwesens, wobei also ein Elterntier ein Junges zeugt. Vom morphologischen Gesichtspunkte aus lassen sich zunächst zwei grundverschiedene Arten der Fortpflanzung unterscheiden, die multizellulare und die unizellulare. Bei ersterer geht die Bildung des neuen Individuums von Gewebsteilen des Elterntieres aus, die immer mehrere verbundene Zellen umfassen, u. zw. ist sie als Teilung oder Knospung möglich.

Die Teilung ist dadurch umschrieben, dass bei ihr immer ein eigener grösserer Teil des Muttertieres in die Bildung der Nachkommen eingeht, welches Teiles also das Elterntier verlustig wird; diese bei den Urtieren so häufige Fortpflanzungsweise besitzen unter den Metazoen z. B. die Sternkorallen *(Astraeidae)* und manche Ringelwürmer. Dagegen ist Kennzeichen der Knospung, dass sie eingeleitet wird durch ein Wachstum des Muttertieres in einer Richtung, die vom gewöhnlichen Wachstum sehr verschieden ist; es treten nämlich Neubildungen von Zellen auf, die zunächst gleichförmiges, embryonales Gepräge haben und sich erst allmählich zu Geweben gruppieren und sondern, bis als Ergebnis die Knospe als Anhang des Elterntieres herausgesprosst ist; bisweilen sind gewisse wurzelähnliche Ausläufer (Stolonen) des Elterntieres Ausgangspunkt der Knospung. Diese Art der multizellularen Vermehrung findet sich bei Schwämmen, Polypen, Plattwürmern, Moostierchen, Tunikaten. Die durch Teilung oder Knospung entstandenen Jungen lösen sich entweder von der Mutter zu unabhängigem Dasein los oder bleiben mit ihr unter Stockbildung (Fig. 96, 118) verbunden.

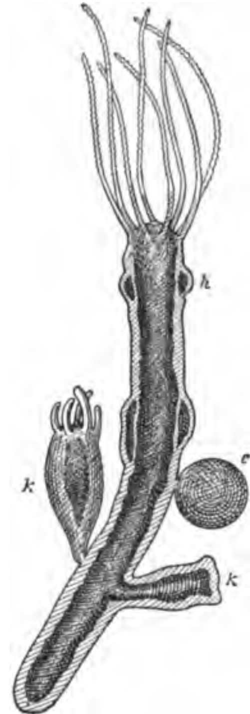


Fig. 96. *Hydra* mit Knospen *(k)* und einem Ei *(e)*; *h* Hoden (aus GOETTE).

Als das Wesentliche der unizellularen Fortpflanzung hat zu gelten, dass sich eine Zelle vom mütterlichen Leibe loslöst, ein selbständiges, nicht den Zwecken des letzteren dienendes Dasein zu führen beginnt, worauf sie durch vervielfältigte Teilung zu einem neuen Einzelwesen auswächst. Diese Art der Vermehrung wird meist die „geschlechtliche" genannt, doch trifft die physiologische Grundlage dieser Bezeichnung, dass geschlechtlich getrennte Elterntiere dabei zusammenwirken müssten, durchaus nicht immer zu. Die häufigste Form der unizellularen Fortpflanzung ist die zweigeschlechtliche (gamogenetische, digene), bei der eine weibliche Genitalzelle, das Ei, mit einer männlichen Samenzelle verschmilzt, befruchtet wird. Sie findet sich bei fast allen Metazoen, sodass sie in ihrer typischen Form als ein Kennzeichen dieser gelten darf.

Die Eier bilden sich in den Ovarien in Keimlagern, aus gleichförmigen Ureizellen (Ovogonien) bestehend. Im einfachsten Falle wird eine Ureizelle ohne die Mitwirkung anderer Zellen zum Ei (solitare Eibildung), meistens aber unter Mit-

wirkung benachbarter Zellen des Keimlagers, die dann auf Weiterbildung zu Eiern verzichten (alimentare Eibildung). Solche Zellen sind 1. Follikelzellen, die mit epithelialer Lagerung ein Säckchen (Follikel) um die werdende Eizelle bildend sie ernähren (Fig. 97); bisweilen scheiden sie noch eine besondere Hülle, das Chorion, aus. Bei der Eibildung können 2. Nährzellen beteiligt sein als einzelne grosse, dem Ei angelagerte Zellen, aus denen jenes seine Baustoffe bezieht (Fig. 165); sie sind namentlich den Insekten eigen. Ausser den primären Eihüllen, wie Dotterhaut und Chorion, kann das Ei auch sekundäre führen, wie Eiweiss, Gallerte und Schalen, die ihm von Drüsen der Leitungswege geliefert wurden. Wenn die Eier gleichzeitig in Mehrzahl gelegt werden, sind sie oft in Kapseln (Kokons, Ootheken) aus erhärtetem Schleim mit Fremdkörpern, Erde untermischt, als Schutz gegen Austrocknen oder zu starke Befeuchtung untergebracht. Die vielfach von gallertigem Schleim mit einander verklebten Eier von Wassertieren heissen Laich. Falls vom Weibchen Eier abgesetzt werden, heisst dies ovipar, falls lebendige Junge geboren werden, vivipar, die Jungen ovoviviparer Weibchen endlich sprengen sofort nach dem Legen die Eihüllen.

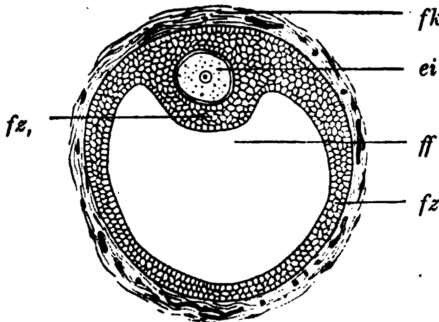


Fig. 97. Graafsches Bläschen. *ei* Ei, *fz* Follikelzellen, *fz,* Follikelzellen, die das Ei einhüllen und den Discus proligerus bilden, *ff* Follikelflüssigkeit, *fk* Follikelkapsel (aus O. HERTWIG).

Die Bildung der Samenzellen geht — der ursprünglichen Gleichheit beider Keimarten entsprechend — ganz entsprechend der Eibildung vor sich, da sie aus den Ursamenzellen (Spermatogonien) der Keimlager sowohl follikular wie alimentar entstehen können; grössere Mengen sind oft in Spermatophoren vereinigt.

Mit der gamogenetischen Fortpflanzung Hand in Hand gehen vielfach äussere Eigentümlichkeiten jedes der beiden Geschlechter, die zwar unabhängig von den Genitalien, auch nicht unmittelbar an der Keimerzeugung beteiligt sind, aber für die Befruchtung, Eiablage und Eientwicklung förderliche Bedeutung haben; es sind dies die sekundären Geschlechtscharaktere, deren Vorkommen eine über die zweierlei Bildung der Keimdrüsen hinausgehende äusserliche Verschiedenheit von Männchen und Weibchen, den Geschlechtsdimorphismus, bedingt. Er entspringt aus der Arbeitsteilung beider Geschlechter bei der Fortpflanzung, wo dem Männchen das Aufsuchen und Werben des Weibchens und nicht selten die Verteidigung der Nachkommen, dem Weibchen deren Erzeugung, Unterbringung und Pflege zufällt. Daher ist das „stärkere“ Geschlecht vielfach durch Grösse vor dem anderen ausgezeichnet, wenn auch der umgekehrte Fall nicht zu selten ist (Raubvögel, Schmetterlinge, Spinnen, Zwergmännchen bei Schmarotzerkrebsen Fig. 109); es hat Geweihe, Hauer, Sporen als Waffen gegen Nebenbuhler und Feinde; Auszeichnungen wie Mähnen, Körperanhänge, Prachtfarben lassen es fast immer in Wirklichkeit als das „schönere“ erscheinen; Flugorgane und Sinneswerkzeuge wie Fühler und Augen sind bei Insekten zum Aufsuchen des Weibchens stärker entwickelt. Dagegen ist das letztere vielfach schwerfälliger, ja völlig unbeweglich, weil mit Mengen von reifenden Eiern gefüllt, dafür aber bei Wirbellosen vielfach langlebiger; es pflegt körperliche Einrichtungen zur sicheren Unterbringung der Eier zu haben wie Legebohrer und -röhren oder Bruträume, in denen sich die Eier und sogar die ausgeschlüpften Jungen weiterentwickeln.

Eine Abart der zweigeschlechtlichen Fortpflanzung, die parthenogenetische (agame F., Jungfernzeugung) entsteht bei Erzeugung unbefruchteter Eier;

sie ist aus der gamogenetischen durch Fortfall der Befruchtung hervorgegangen. Auf die Wirbellosen beschränkt ist sie besonders häufig bei Gliederfüsslern, namentlich Insekten (Gallwespen, Bienen, Blattläusen)', scheint sogar bei einigen Kerbtieren *(Cryptococcus fagi, Chermes piceae)* die einzige Vermehrungsart geworden zu sein. Als Paedogenese findet sie schon im Larvenzustande bei einigen Zweiflüglern (Fig. 98) und den Saugwürmern statt, sodass hier die Fortpflanzungsreife schon vor Erreichung der körperlichen Wachstumsstufe eintritt, die sonst das Tier als erwachsen, d. h. geschlechtsfähig, bezeichnet.

Endlich gibt es geschlechtslose Einzeltiere bei Arten, die sich sonst normal multi- oder unizellular fortpflanzen; es sind dann die Geschlechtsorgane auf unreifer Stufe geblieben, verkümmert — ein Mangel, der sich jedoch durch fortgeschrittene Entwicklung andrer Organe, z. B. der Ernährung, ausgleichen kann. Solche Individuen treten bei stock- und staatenbildenden Tierformen auf (Moostierchen, Salpen — Bienen, Ameisen, Termiten).

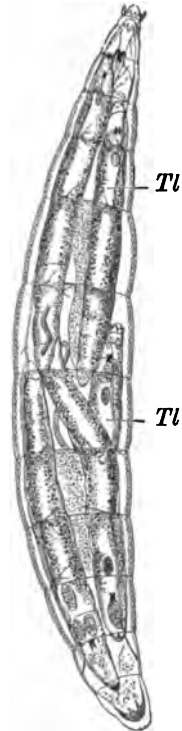


Fig. 98. Larve von *Miastor*. *Tl* Tochterlarven (nach PAGENSTECHER aus CLAUS).

Bei all den genannten Fortpflanzungsformen gilt die Regel, dass die erzeugte Brut nach Form und Eigenschaften den Eltern gleich ist, was man bekanntlich als Erblichkeit bezeichnet. Doch zeigt die Vermehrung der wirbellosen Tiere nicht wenige Fälle, wo die Erblichkeit unterbrochen ist durch das Auftreten einer anders gearteten Brut oder ganzer Folgen solcher, sodass erst nach mehreren Generationen wieder Abkömmlinge erscheinen, die den ursprünglichen Ahnen gleichen. Auf dieser Einschaltung unähnlicher Bruten zwischen erblich übereinstimmende beruht die zyklische Fortpflanzung, die wieder in zwei Abwandlungen auftritt. Beim Generationswechsel (Metagenese) wechselt eine gamogenetische Generation mit einer oder mehreren multizellular sich fortpflanzenden mehr oder minder regelmässig ab. Diese letzteren sind und bleiben von den Geschlechtstieren nach innerem und äusserem Baue verschieden, manchmal ihnen sogar ganz unähnlich; sie erzeugen durch Teilung oder Knospung entweder wiederum Geschlechtstiere oder neue Bruten von jener Vermehrungsweise, von denen sich die letzte aber gamogenetisch fortpflanzt und damit den Fortpflanzungszyklus schliesst. Beispiele für Generationswechsel zeigen namentlich die Cnidarien, Salpen und Bandwürmer, von denen der gemeine Hundebandwurm *(Taenia echinococcus)* erwähnt werden möge. Dieser Parasit lebt in der gamogenetischen Form als Bandwurm im Darme des Hundes; die aus jener entstandenen Larven können von anderen Haustieren und vom Menschen als Zwischenwirten aufgenommen werden, worauf sie in deren Lunge oder Leber zu Finnen, d. h. häutigen Blasen werden. Von diesen Blasen knospen Tochter- und Enkelblasen (Fig. 125) aus, und in diesen entstehen wieder durch Knospung die künftigen Geschlechtsformen, die nach Uebertragung auf einen Endwirt zur Reife auswachsen; damit ist der Generationskreis geschlossen.

Die andere zyklische Fortpflanzungsweise, die Heterogonie, zeigt sich als ein Wechsel von gamo- und parthenogenetischen Bruten, welch letztere gewöhnlich mehrfach aneinander gereiht sind und sowohl im Aussehen wie in den Lebensverhältnissen stark von den ersteren abweichen; sie ist bei den Saug- und Rundwürmern und vielen Hymenopteren (Gallwespen) und Rhynchoten (Blattläuse) verbreitet. Unter den Gallwespen weist z. B. *Biorhiza aptera* eine regelmässige Abwechslung einer gamogeneti-

schen Brut von Männchen und Weibchen mit einer ganz unähnlichen, nur agam sich fortpflanzenden Weibchengeneration auf, die wieder die ersteren erzeugt; die Geschlechtsgeneration lebt oberirdisch an den Blättern der Eiche, die andere unterirdisch an den Wurzeln. Verwickelter ist die Heterogonie bei den Blattläusen, wo regelmässig mehrere aufeinanderfolgende parthenogenetische Bruten zwischen zwei gamogenetische eingeschoben werden, und noch schwieriger ist der Vorgang zu übersehen, wenn die ersteren — wie bei den Afterblattläusen *(Phylloxcridae)* — wieder in verschiedener Gestalt auftreten oder gar eine Anzahl Individuen einer Brut während ihres Daseins Aussehen und Lebensweise nochmals wechselt, was bei den Koniferenläusen *(Chermes)* häufig vorkommt.

Viele höhere und niedere Tiere begnügen sich nicht damit, ihre Lebensaufgabe, die Erzeugung von Nachkommen, zu erfüllen, sondern bekümmern sich auch um deren Fortkommen im Ei- und Jugendzustande durch besondere Fürsorge für deren Unterkunft, Ernährung und Schutz: Brutpflege. Fast immer befasst sich die Mutter mit der Brutpflege, indem sie wenigstens die Eier in der Erde, unter Rinde etc. verbirgt oder sie an solchen Orten ablegt, wo die auskommende Brut gleich zusagende Nahrung vorfindet; dazu gesellen sich besondere Arbeiten, wie die Anlage von Brutgängen bei den Borkenkäfern und Wachszellen bei den Bienen, oder die Behandlung der Nahrung, um sie zum Futter geeignet zu machen (Aspenböckchen, blattrollende Rüsselkäfer). In anderen Fällen bewacht das Weibchen die Eier bis zum Ausschlüpfen oder trägt sie und selbst noch die Brut mit sich herum (Spinnen, Flusskrebs), wofür sich an seinem Körper besondere Einrichtungen herausbilden können: Bruträume unter dem Mantel bei unseren Flussmuscheln, Wabenzellen in der Rückenhaut bei der surinamischen Wabenkröte *(Pipa)*, Beutel der *Marsupialia*. Weit stärker noch betätigt sich der Trieb zur Brutpflege, wo die Jungen gefüttert, erwärmt, geführt werden, was ja bei Vögeln und Säugetieren die höchste körperliche wie seelische Steigerung erfährt. In einer Anzahl von Fällen ist es umgekehrt das Männchen, dem die Brutpflege allein obliegt; bei den Wirbellosen selten — tropische Wasserwanzen *(Zaitha)* erhalten die Eier vom Weibchen auf die Flügeldecken gestrichen —, tritt diese Erscheinung namentlich bei Fischen und Fröschen auf. So tragen die Seepferdchen die Eier in einer Bruttasche am Bauche bei sich; der Stichling bewacht seine Brut in einem selbstgebauten zierlichen Nestchen; tropische Baumfrösche führen den Laich im Kehlsacke oder in Hauttaschen auf dem Rücken mit sich. Die Warmblüter liefern nur wenige Beispiele unter den Vögeln, wo das männliche Geschlecht die Eier ausbrütet und die Jungen führt (Wassertreter, Strauss).

11. Entwicklung.

§ 39. Sobald die Eizelle als solche ausgebildet ist und das Keimlager verlassen hat, kann sie sich unter gesetzmässigen Erscheinungen vermehren und zu einem neuen Einzelwesen auswachsen, ihre Entwicklung durchmachen. Doch geht dieser stets eine Veränderung im Kernaufbau voraus, die sog. Ausstossung der Polzellen oder Richtungskörperchen (Polozyten).

Diese Veränderung hat zum Zwecke, die chromatische Kernsubstanz im unreifen Ei, der sog. Eimutterzelle, auf die Hälfte zu vermindern und zwar geschieht dies auf folgende umständliche Weise. Die Zahl der Chromosomen wird durch Kernteilung, ohne dass aber die reifende Eizelle selber zerfällt, auf das Doppelte der für die Körper-(somatischen)zellen der betreffenden Tierart normalen Zahl gebracht. Dann teilt sich die Eimutterzelle mehrmals, aber sehr ungleich, indem zuerst von der Kernmasse die Hälfte und dann vom Rest wieder die Hälfte als Polozyt das Ei am animalen Pole verlassen (Fig. 99)

und verloren gehen; durch diese zwei- bis dreimalige Kernteilung wird die Chromosomenzahl des Eies auf die Hälfte der in den somatischen Zellen vorhandenen Zahl gebracht (Reduktionsteilung). Auch die Samenzelle erfährt während ihrer Reife eine solche Reduktionsteilung und Halbierung der Chromosomenzahl, nur werden aus allen vier Teilstücken lebensfähige Samenzellen. Die so beschaffenen Kerne von Ei- und Samenzellen heissen weiblicher und männlicher Vorkern. Wenn sich nun bei der Befruchtung beide Keimarten vereinigen, so wird in der verschmolzenen Zelle die gleiche Zahl von Chromosomen wiederhergestellt, die den Körperzellen eigen ist, wobei die eine Hälfte der Ei-, die andere der Samenzelle entstammt. Bei parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern entsteht das gleiche Verhältnis dadurch, dass nur ein Polozyt ausgestossen wird. Jenen umständlichen Teilungsvorgängen liegt wahrscheinlich die Tatsache zugrunde, dass das Chromatin eigentlicher Träger der Eigenschaften der Zelle, also in Hinsicht auf die Fortpflanzung deren Vererbungssubstanz (Keim- oder Idioplasma) ist; demzufolge werden bei der Keimvereinigung mütterliche und väterliche Eigenschaften in gleichem Masse auf das Vereinigungsprodukt, den Nachkommen, übertragen oder vererbt.



Fig. 99. Ei eines Spulwurms in Reduktionsteilung begriffen. Am animalen Pole ist der erste Polozyt ausgestossen; nahe dem Zentrum liegt der Samenkern (aus O. HERTWIG).

Bei der Befruchtung dringen eine oder mehrere Samenzellen in das Ei ein, unter Durchbohrung der Hüllen oder durch die Mikropyle, jedoch gelangt nur eine zur Vereinigung mit dessen Vorkern, wobei sie ihr Plasma und die Geissel verliert. Männlicher und weiblicher Vorkern verschmelzen dann zum Furchungskern, dessen Entstehung die eigentliche Eientwicklung, die Furchung, einleitet, doch tritt bei den Fledermäusen zwischen Begattung und Befruchtung, beim Reh und Dachs nach der Furchung eine mehrmonatliche Pause in der Entwicklung ein.

Die Furchung besteht darin, dass mit immer neuen mitotischen Teilungen des Eikerns Einschnürungen der Zelle in gesetzmässiger Abwechslung stattfinden und zwar wechseln Meridianfurchen, die Schnittebenen vom animalen nach dem vegetativen Pole hin entsprechen, mit äquatorialen ab; die Furchen schneiden mehr oder weniger durch das Ei durch, doch bleiben die Teilstücke an den Schnittflächen an einander geheftet. Wie tief sich die Furchungen ausdehnen, hängt von der Menge und Verteilung des Deuteroplasmas ab; es lassen sich danach mehrere Haupt- und Nebenformen der Furchung unterscheiden. Wenn eine völlige Durchschneidung und Aufteilung der ganzen Eimasse stattfindet, redet man von totaler (holoblastischer) Furchung; bei der partiellen (meroblastischen) furcht sich aber nur ein kleinerer Teil, während der übrige grössere keine Veränderung eingeht. Letztere Art betrifft nur reich mit Nahrungsdotter ausgestattete Eier, der sich dann untätig verhält gegenüber dem lebhafte Teilungstätigkeit entfaltenden Bildungsdotter; hieran knüpfen denn auch die weiteren Unterschiede im Furchungsvorgange an. Zunächst kann die totale Furchung als äquale verlaufen, wenn der Bildungsdotter das Deuteroplasma — gleichviel in welcher Menge es vorhanden sei — gleichmässig peripherisch umgibt. Zuerst entstehen dabei zwei meridionale Furchen, die auf einander senkrecht stehen, darauf senkrecht zu ihnen eine äquatoriale, weiterhin gehen beide Weisen durcheinander. Das Ergebnis sind zahlreiche Teilstücke (Furchungskugeln, Blastomeren) von gleicher oder wenig verschiedener Grösse; im letzteren Falle sind die vegetativen Blastomeren grösser (Fig. 100). Aequale Furchung beobachtet man hauptsächlich bei den meisten Coelenteraten, Stachelhäutern, Manteltieren, dem Amphioxus und den Säugetieren. Viel häufiger beobachtet man als zweite Unterform die inäquale Furchung

(Fig. 101), die sich bei reichlicher Anhäufung von Nahrungsdotter in der vegetativen Eihälfte einstellt. Schon nach Durchschnürung der dritten, äquatorialen Furche bildet sich ein Grössenunterschied der Kugeln heraus, der sich weiterhin dadurch zu ausgesprochener Ungleichheit der Zellen beider Hälften steigert, dass sich die Zellen der animalen Hälfte viel rascher teilen. Diese Furchungsart ist hauptsächlich den Rippenquallen, Weichtieren, einigen niederen Fischen und den Amphibien eigen.

Auch die partielle Furchung erscheint in zwei Abarten. Diskoidal furchen

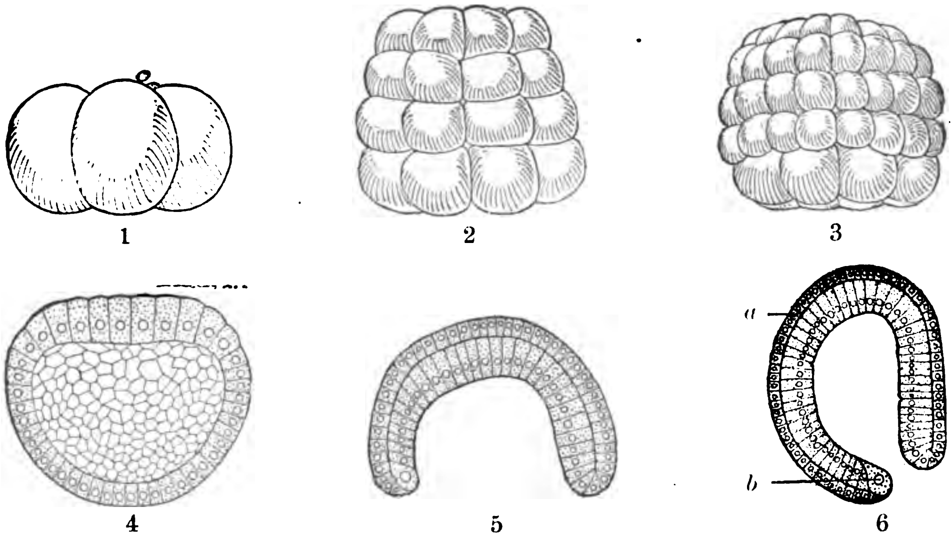


Fig. 100. Eifurchung von *Amphioxus lanceolatus*. 4 Blastula, 5—6 Gastrula (4—6 im Durchschnitt); *a* Ektoderm, *b* Urmesodermzelle (aus ROSENTHAL).

sich Eier, deren Protoplasma samt dem Kern von dem völlig überwiegenden Deuteroplasma ganz an den animalen Pol gedrängt ist, sodass die Teilungsbewegung bald eine Grenze um den Kern herum findet. Es entsteht dadurch eine scheibenförmige, diskoidale Zellmasse (Keimscheibe), die dem Dotter aufliegt (Fig. 102). Man findet diese Furchungsweise bei den Vögeln, Reptilien und Fischen. Bei der superfizialen Furchung endlich reichen die Teilungsfurchen nicht zu dem ganz im Zentrum des Eies gelagerten Nahrungsdotter, sondern stellen nur aus dem peripherischen Bil-

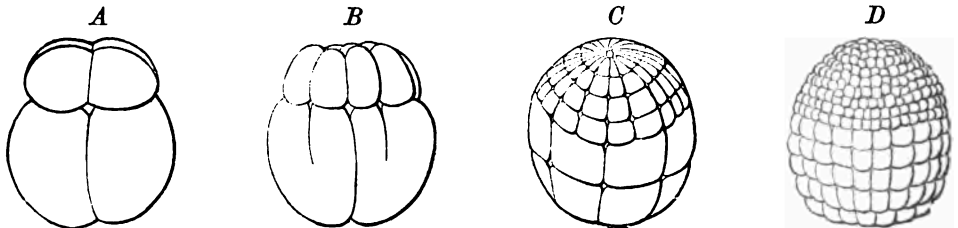


Fig. 101. Vier Furchungsstadien von Petromyzon (aus HATSCHEK).

dungsdotter eine ganz oberflächliche Schale von Blastomeren her, die der erstere völlig ausfüllt. Die den Gliederfüsslern eigene superfiziale Furchung ist bei den Insekten noch derartig abgeändert, dass überhaupt keine Furchung an der Oberfläche der Eizelle mehr stattfindet, sondern innerlich im Protoplasma neue Zellen entstehen, die nach aussen wandernd die oberflächliche Zellschicht bilden.

Während des Furchungsvorganges weichen die inneren Zellen der entstandenen Zellkugel zentrifugal auseinander, wodurch sie eine äussere Zellwand, das Blasto-

derm und einen inneren Hohlraum, das **Blastozöl** oder die **primäre Leibeshöhle**, zusammen die einschichtige Keimblase oder **Blastula** bilden; allerdings kann bei partieller Furchung der ruhende Nahrungsdotter so vorwiegen, dass er das Blastozöl sehr einschränkt (diskoidale F.) oder seine Entstehung überhaupt verhindert

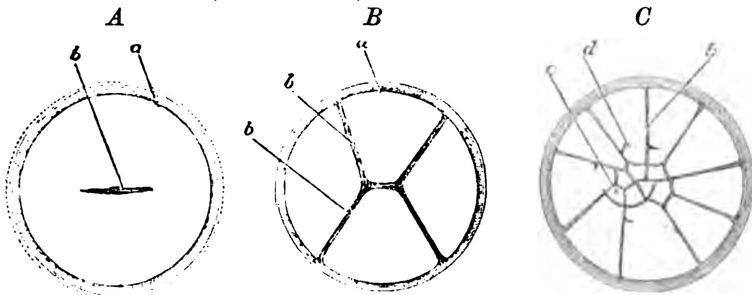


Fig. 102. Oberflächenansichten der ersten Furchungsstadien der Keimscheibe des Hühnchens. *a* Rand der Keimscheibe, *b* radiäre Furche, *c* kleines centrales, *d* grosses peripheres Segment (aus HATSCHEK).

(superfiziale F.). Die Blastula ist die früheste Stufe, in der ein Metazoenembryo selbständige Lebensweise annehmen kann; aus ihr entsteht die schon im V. Kap. in ihrer entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung gewürdigte **Gastrula** (Fig. 10 und 100, 5—6). Freilich verläuft deren Bildung nicht immer so einfach und typisch, wie in der daselbst geschilderten Weise vermittelst Einstülpung, vielmehr kann die Gastrulation mehrfache Abwandlungen erfahren, die sich auf die Entstehungsweise und Form des inneren Keimblattes sowie die Stelle der Einstülpung beziehen, hier aber nicht erörtert werden können. Es sei nur darauf hingewiesen, dass die typische, schlauchförmige Gastrula des Amphioxus bei anderen Tieren viel weniger übersichtlich ausgebildet zu werden pflegt, dass unser Gebilde namentlich bei den Wirbeltieren viel flacher und infolge des einseitig gelagerten Deuteroplasmas nicht radiär, sondern von vornherein bilateral angelegt ist (Fig. 103); infolge davon erscheint z. B. bei der Gastrula der Vögel die Urdarmhöhle auf einen engen Spalt zusammengedrängt und die primäre Leibeshöhle ist nur durch einen winzigen Zwischenraum zwischen Ekto und Entoderm erhalten (Fig. 104).

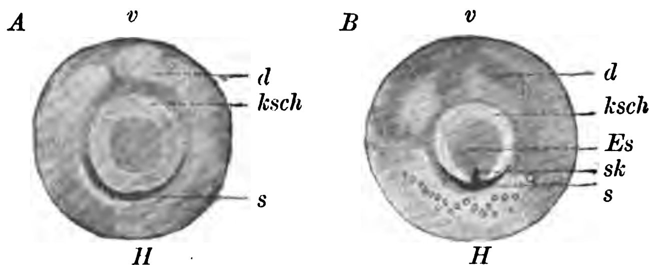


Fig. 103. *A*. Die unbebrütete Keimscheibe eines Hühnereies, *d* Dotter, *ksch* Keimscheibe, *s* Sichel (Urmund), *V* vorderer, *H* hinterer Rand der Keimscheibe. — *B*. Dieselbe in den ersten Stunden der Bebrütung. *Es* Embryonalschild, *sk* Sichelknopf (nach KOLLER aus O. HERTWIG).

Die bei der Gastrulation hervorgehende äusseren und inneren, als **Ekto-** und **Entoderm** bekannten Zelllagen sind Primitivorgane, die durch das ganze Tierreich hindurch homolog sind; dies gilt aber nicht ausnahmslos für die weiterhin aus ihnen abgesonderten Organe. Zwar entstehen das Nervensystem und die leitenden Teile der Sinnesorgane fast immer aus dem Ektoderm, das Darmepithel aus dem Entoderm u. s. w., aber manche Fälle lassen sich nicht unter diese Regel bringen, wie denn z. B. die Ganglienzellen der Hohltiere in beiden Keimblättern, der ganze Darm der Blattkäfer im Ektoderm ihren Ursprung haben. Noch schwieriger lässt sich die homologe Entstehung für alle die Organe und Organgruppen nachweisen, die aus dem — herkömmlicherweise so benannten — **mittleren Keimblatte** (Mesoderm, Mesenchym) differenziert werden, denn dies hat selber eine sehr wechselnde Entstehung, bald aus

dem Ekto-, bald aus dem Entoderm (Fig. 105), bald von der Grenze beider Keimblätter her; ja vielfach wuchert es als eine Zellmasse unbestimmten Gepräges und Ursprungs zwischen sie hinein. Etwas typischer verläuft eine vom Entoderm ausgehende Bildung, deren spätere Epithelbegrenzung als mesodermal bezeichnet wird. Es erheben sich



Fig. 104. Längsschnitt durch die Keimscheibe eines unbefruchteten Vogeleis. *ak* äusseres, *ik* inneres Keimblatt, *wd* weisser Dotter, *dk* Dotterkerne, *ud* Urdarm, *vl* vordere, *hl* hintere Lippe der Sichelrinne (Urmund) (nach DUVAL aus O. HERTWIG).

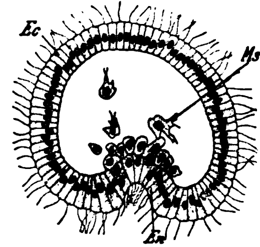


Fig. 105. Gastrula von *Holothuria tubulocb* (*En*) auswanderndem Mesenchym (*Ms*), *Ec* Ektoderm (nach Selenka aus CLAUS-GROBBEN).

nämlich vom Entoderm aus zwei Längsfalten in der Urdarmhöhle, die letztere zunächst in drei noch verbundene, schliesslich aber in ebensoviele getrennte, der Länge des Embryos nach verlaufende Räume zerlegen (Fig. 106 B); der mittlere, vom Entoderm ausgekleidete Raum wird zum Mitteldarme, die seitlichen mesodermalen bilden die sekundäre Leibeshöhle, das Cölom. Bei metameren Tieren sind die paarigen Seitenräume von vornherein als seitliche Divertikel vom Entoderm abgeschnürt und schliessen sich zu hintereinander gereihten Cölomsäcken (Fig. 106 A); die sich berührenden Vorder- und Hinterwände der Cölomsäcke bilden Dissepimente (Fig. 70). Das Cölom wandelt sich nachher hauptsächlich zur Auskleidung (Fig. 318) der grossen Körperhöhle (Brust und Bauchhöhle) und zur Muskulatur um.

Die sich aus dem Gastrulastadium weiter ergebenden Vorgänge der Entwicklung lassen sich nicht nach gemeinsamem Schema behandeln, vielmehr schlägt jene für die Stämme des Tierreichs und selbst innerhalb dieser gesonderte Richtungen ein. Die weitere Entwicklung beruht jedoch überall einerseits auf ungleich raschem Wachstum der einzelnen Zellgruppen, das zu verschieden starker Flächenentwicklung führt, andrerseits auf der geweblichen Sonderung der ursprünglich gleichartigen Embryonalzellen infolge früh eintretender Arbeitsteilung. Auch treten bei mehreren Tierstämmen

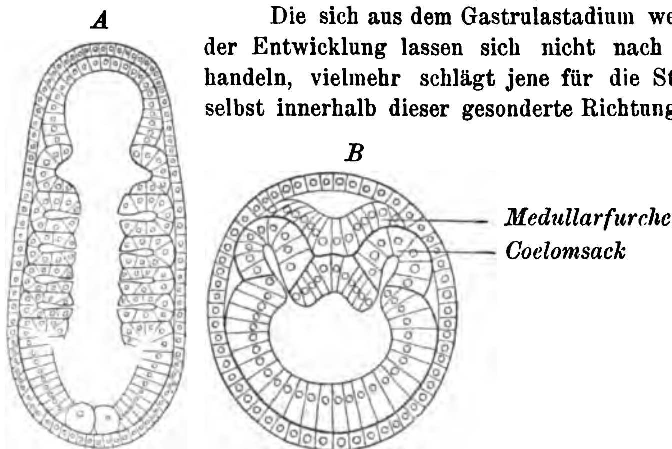


Fig. 106. Bildung der Coelomsäcke am Embryo von *Amphioxus*. *A* Frontaler Längsschnitt, um die Vielzahl der Coelomsackpaare zu zeigen. *B*. Querschnitt. Die Medullarfurche (Anlage des Rückenmarkes) hat sich vom Ektoderm gesondert; die Coelomsäcke entstehen als Falten des Entoderms (aus HATSCHEK).

ähnliche Nebenbildungen oder Fötalorgane auf, die während der Entwicklung als Hilfsorgane dienen und nach ihrem Abschlusse zurückgebildet oder abgestossen werden, z. B. Dottersäcke, in denen der reichliche Nahrungsdotter allmählich an die reifende Frucht abgegeben wird (Fische, Warmblüter), oder es wachsen vom Ektoderm aus

häutige Embryonalhüllen, wie Amnion und Serosa, um den Embryo zu seinem Schutze herum (Insekten, amniote Wirbeltiere).

Während sehr viele Tiere die mit der Entwicklung verbundenen Formveränderungen innerhalb der Eihaut durchmachen, sodass die Jungen nach deren Verlassen — freilich gibt es Ausnahmen, die zu dem zweiten Falle hinüberleiten — nur noch an Grösse zuzunehmen haben, sonst aber im Aeussern und Innern den Eltern gleichen, machen andere nach der Geburt noch eine Reihe wesentlicher Formveränderungen durch, ehe sie den erwachsenen Zustand erreichen; jenes Verhalten heisst direkte Entwicklung, dieses Verwandlung oder Metamorphose. Im allgemeinen hängt der Weg, den die postembryonale Entwicklung einschlägt, von der Ausstattung des Eies mit Nährstoffen ab, sodass Embryonen, die ihren ganzen Bedarf aus vorhandenem Nahrungsdotter decken können oder Ergänzungen vom mütterlichen Körper zugeführt erhalten, meistens direkte Entwicklung zeigen; dagegen neigen die aus kleinen, dotterarmen Eiern kommenden Tiere zur Verwandlung, während der sie das ihnen fehlende Baumaterial durch selbständige Ernährung ergänzen. Diese Verhältnisse stehen auch in Beziehung zur Vermehrungsfähigkeit, da unter Zugrundelegung gleicher Mengen von Keimmaterial im ersten Falle nur wenige Eier, im andern sehr viele erzeugt werden können. Obgleich die Metamorphose das ihr unterworfene Junge, die Larve, zur Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Typus der betreffenden Tiergruppe zu führen pflegt, kommen auch Fälle von rückschreitender (regressiver) Metamorphose vor, die einen Rückgang in der Organisation bedeuten, z. B. der Uebergang von freilebender zu festsitzender Lebensweise bei den Ascidien oder zum Schmarotzertume bei gewissen Krebsen (Fig. 109).

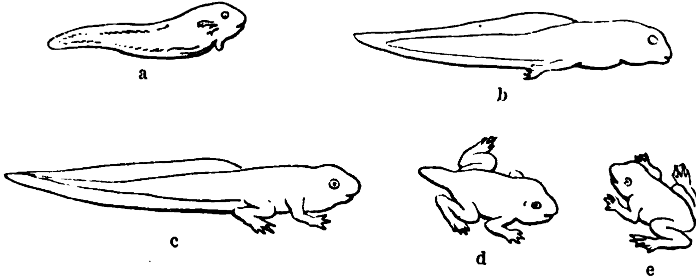


Fig. 107. a—e, Hauptstadien der Metamorphose des Frosches (aus LEUNIS).

Metamorphose ist unter den Wirbellosen sehr verbreitet, z. B. bei den Hohltieren, Würmern, Krebstieren, Insekten, Stachelhäutern und Weichtieren, während unter den Wirbeltieren nur die Fische und Amphibien sie aufweisen. Als bekanntestes Beispiel möge die Verwandlung der Frösche dienen (Fig. 107): Aus dem sehr dotterarmen Ei schlüpft eine Larve (Kaulquappe), die durch die beinlose Körperform mit langem Ruderschwanze, Kiemenatmung und einfaches Herz an die Fische erinnert; sie nährt sich von Pflanzenstoffen, die sie mit einem Hornschnabel abbeisst, und kann sich zuerst mit zwei kehlständigen Saugscheiben anheften. Bald werden ihre äusseren Kiemenbüschel durch innere Kiemenblättchen ersetzt, die durch ein Loch in der äusseren Haut mit dem Wasser in Verbindung stehen. Allmählich bricht erst das hintere, dann das vordere Beinpaar hervor; mit der Ausbildung von Lungen und einem doppelten Kreislaufe schwinden die Kiemen und die Hornbekleidung der Kiefer wird abgeworfen, bis schliesslich die Larve unter Rückbildung ihres Schwanzes das Wasser verlässt, die fischähnliche Kaulquappe zum luftatmenden Landfrosche geworden ist.

12. System und Systematik.

§ 40. Schon im griechischen Altertum führte das Bestreben des menschlichen Geistes, Gegenstände und Begriffe in eine durchdachte Ordnung zu bringen, auch dazu, über die wahrgenommene Mannigfaltigkeit der Tiere Uebersicht zu suchen. Dies geschah, indem man die bekannten Formen nach dem Grade der Aehnlichkeit in Gruppen zusammenfasste und diese nach demselben Gesichtspunkt aneinanderreihte; so wurde der tierischen Formenwelt ein System unterlegt, dessen Abteilungen sich vom weiteren zum engeren einschränkten bis zur Vereinigung der sich am meisten ähnelnden Einzelwesen unter dem Begriffe der Tierart. Bis in die neuere Zeit war es dann das hauptsächliche Bestreben der Zoologen, möglichst viele Tierarten nach ihren unterscheidenden Merkmalen kennen zu lernen und danach in die Abstufungen oder Kategorieen des Systems einzureihen, wobei man die Lehrmeinung festhielt, dass eine bestimmte, wenn auch ungeheuer grosse Anzahl von scharf gegeneinander abgegrenzten Arten geschaffen worden sei. Unter dem Einflusse der Entwicklungslehre sind die Zoologen jedoch gegenwärtig der Ueberzeugung, dass Arten sowohl wie auch weitergehende Kategorien des Systems keine in der Natur selbst begründeten Begriffe sind, sondern dass Uebergänge zwischen ihnen bestehen. Diese Uebergänge erklären sich daraus, dass die Tierformen nicht in ihrer heutigen Gestalt geschaffen sind, sondern zu mehreren von gemeinsamen Vorfahren abstammen, sodass ihre Aehnlichkeit und Verschiedenheit der Ausdruck einer näheren oder entfernteren Blutsverwandtschaft ist. Man bemüht sich daher, alle Merkmale, die eine Verwandtschaft zwischen mehreren Tierarten andeuten, aufzufinden, um danach ihre Gruppierung nach gegenseitiger systematischer Stellung vorzunehmen. Da man dazu alle in dem äusseren und inneren Baue, in der Entwicklungsgeschichte und in der Lebensweise zu entdeckenden Züge zu benutzen sucht, hat die vielseitig arbeitende zoologische Wissenschaft den einheitlichen Endzweck, ein auf die nachgewiesene abgestufte Verwandtschaft gegründetes natürliches System aufzustellen, das den Zusammenhang der Tiere unter sich wiederspiegelt, während die zoologische Systematik früherer Tage ihr Ziel in der Auflösung der tierischen Formenwelt bis zu den äussersten erkennbaren Grenzen sah. Da wir jedoch noch weit davon entfernt sind, die gesamte Naturgeschichte aller Tiere erforscht zu haben, und die Bestimmung des Wertes zoologischer Merkmale für die Systematik immer persönliche Ansicht des einzelnen Forschers ist, wird bis in ferne Zukunft das aufgestellte System in vieler Hinsicht der Ausdruck von Meinungen sein und mit deren Wechsel auch stetige Abänderungen erfahren müssen.

Als Ausdruck engster Verwandtschaft von Einzelwesen nimmt man herkömmlicherweise die Art oder Spezies an. Aehnliche Arten fasst der Systematiker wieder zu einer Gruppe höherer Ordnung, der Gattung (Genus) zusammen, doch ist deren Begrenzung, weil den Ansichten des einzelnen über den Grad der Aehnlichkeit unterworfen, vielfach eine Geschmackssache. Indem man alsdann die Gruppen immer weiter fasst, gelangt man zu immer höheren Rangstufen (Kategorien), wie Ordnung, Klasse, Stamm, die sich allesamt zum Tierreiche zusammenfügen. Die fortschreitende Uebersicht gab jedoch Veranlassung, in diesen Hauptkategorien wieder Gliederungen wie Unterreich, Unterklasse, Tribus etc. vorzunehmen. Die Kennzeichen aller dieser Abteilungen des Systems sucht man in kurzen Worten als Diagnose einander gegenüberzustellen. Diese gewöhnlich lateinisch abgefassten Diagnosen dienten früher auch als wissenschaftliche Benennungen neben den etwa in jeder Sprache vorhandenen volkstümlichen oder willkürlich gebildeten Namen, doch war dadurch die Verständigung unter den Zoologen verschiedener Zunge und die Uebersicht ungemein

erschwert. Diesem Missstande ist seit Linné abgeholfen worden, indem man jede Tierart mit zwei Namen belegt, deren erster die Gattung, deren zweiter die Art bezeichnet, und dadurch die systematische Stellung eines Tieres zu den beiden engsten Kategorien auf denkbar kürzeste Weise feststellt (binäre Nomenklatur). Die Namen sind lateinische oder latinisierte Worte u. zw. ist der Gattungsname stets ein grossgeschriebenes Substantiv, der Artname ein Adjektiv, seltener ein Substantiv und soll stets klein geschrieben werden. Hinter dem Artnamen wird der Name desjenigen in abgekürzter Form beigefügt, der das Tier zuerst unter dem betreffenden Namen beschrieben hat; er gilt als der Autor der Art. Dies geschieht, um Missverständnissen vorzubeugen, weil es vorkommt, dass ein und dieselbe Art von mehreren Naturforschern verschiedene Namen erhält; z. B. ist der grosse schwarze Lappenrüsselkäfer von Linné als *Curculio ater,* von Fabricius als *C. niger* bekannt gemacht worden. In solchen Fällen wird nach dem Gesetze der Priorität die älteste Bezeichnung unter mehreren beibehalten, u. zw. gilt laut Uebereinkunft der Zoologen diejenige als die älteste, welche nach dem Jahre 1758, in dem die 10. Ausgabe von Linnés „Systema naturae“ erschien, zuerst mit einer ausreichenden Diagnose veröffentlicht worden ist; jeder später veröffentlichte Name für dasselbe Tier ist dann ein Synonym zu jenem. Andrerseits können zwei verschiedene Tierarten unter demselben Namen von zwei Autoren beschrieben werden, wie es z. B. eine von Linné und von Bechstein beschriebene *Strix passerina* gab; auch dann wird der jüngere Name, weil er gleichlautend mit dem älteren ist, als homonym ungültig. Für Gattungsnamen gelten dieselben Regeln; auch ihnen fügt man, sobald sie allein, ohne bezug auf irgend eine Art, aufgeführt werden, den abgekürzten Autornamen an, z. B. *Cossus* F., *Orgyia* Ochsh.; F. bedeutet hier Fabricius, Ochsh. Ochsenheimer. Wenn nachträglich eine Spezies unter ein anderes Genus gestellt wird, als dasjenige war, unter dem sie der Autor beschrieb, so setzt man dessen Namensabkürzung in Klammern; z. B. wird *Curculio abietis* L. jetzt dem Genus *Hylobius* zugerechnet und heisst deshalb *Hylobius abietis* (L.). Für die höheren Rangstufen ist es eingeführt, die über der Gattung stehende Sippe (Tribus) nach irgend einem zugehörigen Genus zu nennen, dessen latinisiertem Stamme die Endung *-ini* angehängt wird; weiterhin lässt man entsprechenderweise die Unterfamilie auf *-inae*, die Familie auf *-idae*, die Ueberfamilie tunlichst auf *-oideae* endigen, während die Namen der noch höheren Kategorien willkürlich gewählt werden. Um das Verhältnis der am häufigsten gebrauchten Rangstufen zu einander deutlich zu machen, diene folgende Uebersicht unter Zugrundelegung einer Käferart:

Tierreich (Regnum animale)
- **Unterreich** (Subregnum): **Metazoa,** Gewebstiere
  - **Abteilung** (Divisio): **Bilateralia,** Bilateraltiere
    - **Tierstamm** (Phylum): **Arthropoda,** Gliederfüssler
      - **Unterstamm** (Subphylum): **Tracheata,** Tracheenatmer
        - **Klasse** (Classis): **Insecta,** Kerbtiere
          - **Unterklasse** (Subclassis): **Pterygogenea,** Flugbare Kerbtiere
            - **Ordnung** (Ordo): **Coleoptera,** Käfer
              - **Unterordnung** (Subordo): **Polyphaga**
                - Ueberfamilie (Superfamilia): **Phytophaga**
                  - **Familie** (Familia): **Cerambycidae,** Bockkäfer
                    - **Unterfamilie** (Subfamilia): **Cerambycinae**
                      - **Sippe** (Tribus): **Cerambycini**
                        - Gattung (Genus): Tetropium, Vieraugenbock
                          - Art (Species): Tetropium luridum (L.) Fichtenbock

Neuerdings hat die verfeinerte systematische Forschung die Notwendigkeit ergeben, auch der Spezies noch eine weitere Rangstufe zu unterlegen, die Unterart oder Subspezies. Man findet, dass eine Tierart von weiter räumlicher Verbreitung mit den verschiedenen Lebensbedingungen, unter denen sie vorkommt, örtlich abändert, geographische Abarten oder Subspezies bildet, die aber an den Grenzen ihrer Wohngebiete ineinander überzugehen pflegen. Man benennt sie, indem man dem Artnamen ein drittes adjektivisches Wort anhängt, z. B. hat der Haussperling *(Passer domesticus* (L.*)* u. a. zur Unterart den indischen Haussperling, *Passer domesticus indicus* Jard. & Selby. — Von der systematischen Verschiedenheit ist die individuelle zu trennen, die sich in dem Bestehen von Varietäten und Aberrationen ausspricht. Manche Tierarten werden durch sehr mannigfaltig abändernde Einzelwesen verkörpert, deren artliche Zusammengehörigkeit nur dadurch bewiesen ist, dass sie sich miteinander fortpflanzen und ähnlich variable Nachkommen erzeugen. Solch eine ständig vorkommende Abänderung des Arttypus, die in verschiedener Zahl bei gewissen Spezies auftreten, heisst Varietät (Varietas); z. B. hat der gemeine Mäusebussard *(Buteo buteo)* u. a. eine schwarze, weisse, braune, gefleckte Varietät. Als Ausartung (Aberratio) wird dagegen eine vereinzelt auftretende und sich meist nicht vererbende Abänderung bezeichnet, z. B. weisse und schwarze Individuen (Albinismen, Melanismen) einer gewöhnlich buntgezeichneten Art.

Im allgemeinen vererben die Arten ihre Eigenschaften rein, indem sich nur die zu jeder gehörenden Individuen untereinander fortpflanzen; doch kommt es auch vor, dass Angehörige verschiedener Arten, z. B. Pferd und Esel, sich miteinander paaren und Nachkommen, Bastarde, erzeugen, welche die Artmerkmale ihrer Eltern in sich vereinigen. Solchen Bastarden pflegt aber die Fähigkeit zur Fortpflanzung abzugehen.

13. Abstammungslehre.

§ 41. Der im 17. und 18. Jahrhundert erfolgte Aufschwung der organischen Naturwissenschaften brachte zunächst keine Aenderung der herrschenden Anschauung mit sich, dass die Fülle der bekannten und noch zu entdeckenden Tierarten das Ergebnis einer einmaligen Schöpfung sei, dass ferner die Eigenschaften jeder Art seit ihrer Erschaffung keinerlei Aenderung erfahren hätten und auch alle von vornherein zweckmässig für das Tier angelegt worden seien. Gegen diese Lehre von der Beständigkeit der Arten und ihrer Merkmale (Konstanztheorie) sowie der ursprünglichen Vollkommenheit der Organismen (teleologische Erklärung der zweckentsprechenden Züge) erhoben sich jedoch mit der Zeit Stimmen, die zahlreiche Beobachtungen über die Unbeständigkeit der vermeintlich scharf gesonderten Arten anführten, ja allmähliche Stufenreihen von den einfacher organisierten Tieren zu den höheren erkennen wollten. Klarsten Ausdruck gab diesen abweichenden Ansichten im Anfange des 19. Jahrhunderts Jean Lamarck (1744—1829), indem er eine durchgearbeitete Lehre von der Umwandlung der Arten („Transformismus") lieferte. Nach seiner Ansicht sind die Tierarten in ihren Eigenschaften veränderlich, was im Entstehen von Varietäten zum Ausdruck kommt; diese Varietäten erlangen generationenweise eine immer mehr gesteigerte Verschiedenheit von der Stammart und von einander, bis sie zu selbständigen Arten geworden sind. Als Anlass zur Entstehung von Varietäten betrachtete Lamarck den Wechsel der Lebensbedingungen, wie er sich für die Tiere im Laufe der geologischen Zeitalter durch Aenderungen in der Verteilung von Land und Wasser, im Klima, in der Nahrung u. s. w. herausstellt und die Tiere zu allmählicher Wandlung ihrer Lebensführung zwingt. Daraus sollen sich weiterhin Aenderungen im Gebrauche der einzelnen Organe ergeben, indem das eine mehr beansprucht und dadurch in seiner

Ausbildung gesteigert wird, das andere immer weniger benutzt wird und dadurch verkümmert; es sind demnach wesentlich Gebrauchswirkungen, was sich in der Umgestaltung der Organe kundgibt und mit der Vererbung auf die Nachkommen allmähliche Steigerung erfährt. Wenn also nach Lamarcks Anschauung wesentlich aktive Anpassungen des Tierkörpers, hervorgerufen durch Gebrauch oder Nichtgebrauch, die Umwandlung der Arten und zunehmende Vervollkommnung der tierischen Formenreihe bewirken, so versagt andrerseits seine Erklärungsweise gegenüber solchen Erscheinungen, die sich als passive Anpassungen zeigen, nämlich schon vorhanden sein müssen, ehe sie nützen können, aber dem Einflusse von Uebung oder Vernachlässigung gar nicht unterliegen, z. B. die Schutzfarben vieler Tiere.

Gegenüber dem Lamarckismus als Abstammungslehre hat sich ein halbes Jahrhundert später eine andere Auffassung des Entwicklungsgedankens viel weitere Geltung verschafft — die von den englischen Naturforschern Ch. Darwin (1809—1882) und A. R. Wallace (geb. 1822) gleichzeitig (1858) veröffentlichte, vom ersteren allerdings am gründlichsten durchdachte Lehre von der Entstehung der Arten durch „natürliche Zuchtwahl“ (*Darwinismus*). Gegründet ist diese Lehre auf die Tatsache! dass kein Einzelwesen irgend einer Art dem andern völlig gleicht, sondern alle durch kleine Züge im äusseren oder inneren Bau oder durch Färbungsunterschiede u. s. w. untereinander abweichen. Da diese Variabilität der Individuen sich auf die Nachkommen vererbt, die aber noch weitere Unterschiede zu den bereits überkommenen erhalten, so weichen schliesslich Individuengruppen soweit von dem ursprünglichen Arttypus ab, dass sie deutliche Varietäten darstellen. Derartige Vorgänge lassen sich bei den Haustieren, z. B. den Taubenrassen, beobachten; hierbei gibt den Anstoss zur Varietätenbildung die planmässige Auswahl des Züchters, der gewisse ihm passend dünkende Elterntiere sich paaren lässt, um in ihren Nachkommen die gewünschten Eigenschaften in bezug auf Aussehen, Leistungsfähigkeit, Schnellwüchsigkeit vereinigt und gesteigert zu bekommen. Ein dieser künstlichen Zuchtwahl entsprechender Vorgang der Auslese unter dem vorhandenen Tiermaterial soll nach Darwin auch in der freien Natur bestehen, nur wird hier die Ueberlegung des Züchters durch den „Kampf ums Dasein“ ersetzt, den die Organismen auf Grund verschiedener Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Lebensbedingungen und im Wettbewerbe um Raum, Nahrung, Paarungsgelegenheit u. s. w. gegeneinander führen. Zwischen den Varietäten einer Art muss dieser Kampf am heftigsten sein, weil sie unter denselben Daseinsbedingungen stehen, und zwar sind die Aussichten auf den Sieg für diejenigen Varietäten am grössten, welche zufolge besserer Ausrüstung die Nebenbuhler verdrängen können. Da hiernach alle für den Daseinskampf weniger geeigneten Individuen allmählich ausgemerzt werden müssen, bis nur die lebensfähigsten übrigbleiben, so ist es die *natürliche Zuchtwahl* oder *Auslese* (Selektion), die zur immer schärferen Sonderung von Varietäten und schliesslich von Arten führt.

Gegen diese Selektionstheorie Darwins mussten mehrere umfassende Einwände erhoben werden, die sich auf zahlreiche, von ihm nicht ausreichend gewürdigte, Beobachtungen stützen. Der schwerwiegendste Einwand weist darauf hin, dass alle Varietätenbildung nur aus ganz kleinen, unwesentlichen Anfängen erwachsen kann, dass solche geringe Abänderungen aber gar nicht den ungleichen Wert für den Daseinskampf haben! um ihn überhaupt zur Vernichtung „unpassender“ Teilnehmer reifen zu lassen; namentlich aber werden solche kleine Verschiedenheiten immer durch die Kreuzung der Einzelwesen untereinander ausgeglichen. Damit eine Art sich in mehrere spalten kann, müssen ihre Individuen zunächst immer in räumlich getrennte Gruppen zerlegt werden, um ihre gegenseitige Kreuzung zu verhindern; erst wenn durch diese räumliche

Abtrennung ein Teil der einstmaligen Individuenmenge abweichenden Lebensbedingungen unterworfen wird, kann unter natürlicher Auslese ein Typus herausgebildet werden, der eine Abweichung von dem früheren bedeutet. Hiernach ist für die Entstehung zweier oder mehr neuer Arten aus einer vorhandenen die Isolierung zwischen den Angehörigen das erste Erfordernis, während die Selektionsvorgänge erst an zweiter Stelle platzgreifen. Diese Erklärung des Entwicklungsvorganges enthält die Lehre von der Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung (Migrations- oder Separationstheorie), die in Moritz Wagner (1813—1887) ihren Urheber hat.

Endlich vermag das Darwinsche Prinzip von der Naturauslese die zahlreichen Fälle nicht zu erklären, wo in mehreren systematischen Gruppen trotz geringer Verwandtschaft dieselben vorherrschenden Züge in der Organisation zu beobachten sind, wo also von mehreren Punkten aus gleichlaufende Entwicklungsrichtung eingeschlagen worden ist) so z. B. die auf einheitliche Grundzüge zurückführende Farbenzeichnung mancher Schmetterlings- und Vogelfamilien oder der Schwund der Fusszehen bei den Huftieren. Da sich dieser Einheitlichkeit der Formengestaltung für ihr Entstehen oftmals keine biologische Wichtigkeit zuschreiben lässt, so kann der Kampf ums Dasein keine Bedeutung gehabt haben, vielmehr muss es die Wirkung von anhaltend gleichmässigen Lebensbedingungen sein, welche die ersten, kleinen, zufällig aufgetretenen Sondereigenschaften verstärkte und stetig in einer Richtung weiterentwickelte — Lehre von der Orthogenesis, aufgestellt durch Th. Eimer (1843—1898). Erst wenn solche hervortretende Eigenschaften einen Grad erreichen, dass ihr Dasein für die Besitzer von Einfluss auf die Lebenshaltung wird, kann die natürliche Auslese platzgreifen, z. B. können dann übermässig vergrösserte Bildungen, wie das Geweih des Riesenhirsches, schädlich werden und das Aussterben der damit behafteten Arten veranlassen.

Angenommen, dass die nachher anzudeutenden Beweise für eine allmähliche Umwandlung der Tiere im Sinne einer fortschreitenden Vervollkommnung und der Entstehung neuer Arten aus vorhandenen gültig sind, so werden es jedenfalls nach dem Vorausgeschickten nicht ein, sondern mehrere Anlässe sein, die solcherlei Aenderungen herbeiführen, und ebenso braucht die Form der Umwandlung nicht dieselbe zu sein. Erstens ist eine Neigung der Organismen vorhanden, von einem Durchschnittstypus abzuändern, zweitens haben die Lebensbedingungen, wie Klima, Bodenform, Nahrung einen umändernden Einfluss — sei es, dass jene selber Wandlungen erfahren, oder dass Tiere durch eigenes Zutun oder gezwungen andere Lebensweise annehmen —, worauf die unter veränderten Bedingungen neu erworbenen Eigenschaften vererbt und weiter verstärkt werden; sobald dann die Organisation nach gewissen Richtungen so entwickelt ist, dass sie die Lebensmöglichkeit zum Vorteil oder Nachteil beeinflussen kann, wird durch natürliche Auslese der weniger günstig gestellte Teil der vorhandenen Wesen verschwinden.

Von Tatsachen, die für die Richtigkeit der Abstammungslehre sprechen, seien die folgenden kurz berührt. Zunächst lässt sich die Mannigfaltigkeit im Bau der Tiere vielfach von gemeinsamen Grundformen ableiten, von denen durch verschiedene Lebensweise die jeweils zweckentsprechende Umbildung hervorgegangen ist, es sei hierbei an die Gestalt der paarigen Gliedmassen der Wirbeltiere erinnert. Da ferner die Organisation im ganzen genommen ein Fortschreiten vom einfachen zum höheren, verfeinerten Grade offenbart, so liegt der Schluss nahe, dass die höheren Typen aus niedrigeren Grundformen hervorgegangen seien. Ferner kehren innerhalb grösserer Tiergruppen während der Entwicklung gewisse Stufen immer wieder, die mit niedrigeren Formen wesentliche Uebereinstimmung zeigen. Z. B. durchlaufen alle Tiere nach der

Eifurchung zunächst das Stadium der Gastrula, wie diese von dem einfachsten Metazoenkreise, den Hohltieren, als fertige Tiergestalt beibehalten wird, oder der Frosch erscheint als Larve zunächst mit dem Bau und der Lebensweise eines Fisches; vielfach treten bei Embryonen solche Organe auf, die mit den Lebensverrichtungen des fertigen Tieres nichts zu tun haben, jedoch bei anderen, niedrigeren Gruppen wichtige Verrichtungen haben, wie die bei den Embryonen aller luftatmenden Wirbeltiere, einschliesslich des Menschen, eine Zeitlang vorhandenen Kiemenspalten (Fig. 108). Demnach durchläuft die Ontogenie der Tiere vielfach eine ähnliche Stufenreihe vom Einfachen zum Verwickelten, vom Niederen zum Höheren, wie dies in der Abstufung des Systems ausgedrückt ist, und man ist zu dem Schlusse gekommen, dass auch die Stammesgeschichte einer Form, d. h. ihre allmähliche Herausbildung im Laufe der Zeit, denselben Weg gegangen sei, wie es die Keimesgeschichte eines jeden ihrer Einzelwesen tut, nämlich über einfachere Gestalten zum verwickelten Bau gelangt sei. In kurzen Worten drückt dies das biogenetische Grundgesetz aus, wonach die Ontogenie der Art eine kurze Wiederholung ihrer Stammesgeschichte ist — eine Wiederholung freilich, in der viele Züge des ursprünglichen Bildes ausgefallen, andere undeutlich geworden, noch andere neu eingeschoben worden sind.

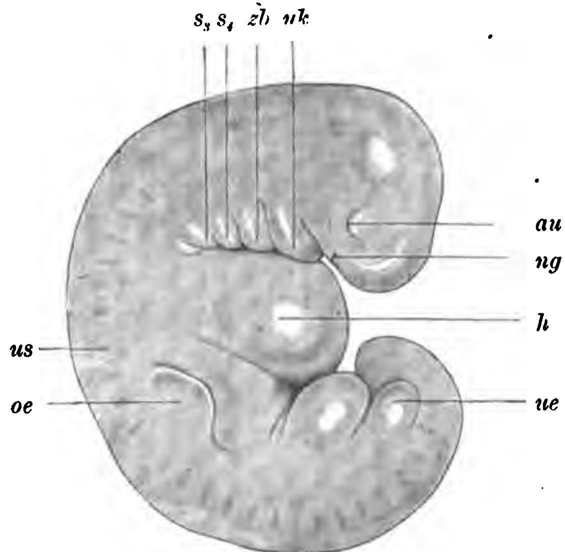


Fig. 108. Sehr junger menschlicher Embryo aus der 4. Woche, 15 fach vergrössert. *au* Auge, *ng* Nasengrube, *uk* Unterkiefer, *sb* Zungenbeinbogen. *s3*, *s4* 3. und 4. Schlundbogen, *h* durch die Entwicklung des Herzens verursachte Auftreibung der Rumpfwand, *us* Grenze zweier Ursegmente, *oe*, *ue* obere, untere Extremität (nach RABL aus O. HERTWIG).

Dass die Anordnung und Ausgestaltung des Tierleibes weitgehende, als allmähliche Anpassung an besondere Verhältnisse hervortretende Veränderungen erfahren kann, erhellt ferner aus folgenden Tatsachen.

In dem häufigen Vorkommen verkümmerter (rudimentärer) Organe, solcher nämlich, die für den Träger nicht brauchbar sind, kann nur das Ergebnis einer phylogenetischen Veränderung erblickt werden; indem beim Uebergange zu andersartiger Lebensweise solchen Werkzeugen immer weniger Leistung zugemutet wurde, verloren sie generationenweise an Umfang und Arbeitsfähigkeit, bis sie sich dem Schwunde näherten. Solcher Art sind sehr häufig die Augen von Höhlentieren, besonders aus den Klassen der Käfer, Fische und Amphibien; ferner zeigen die Beine von holzbewohnenden Insektenlarven, z. B. von Holzwespen, und die Flügel der Frostspannerweibchen deutliche Rückbildung, ebenso die paarigen Gliedmassen mancher Eidechsen, z. B. des Scheltopusik. Wenn man die morphologische Gleichheit beider Geschlechter, soweit nicht die Zeugungsorgane selber in Betracht kommen, als das ursprüngliche ansehen darf, so ist das Hervortreten sekundärer Geschlechtsunterschiede eine später erworbene Eigenschaft, die aus den verschiedenartigen Aufgaben des Männchens und Weibchens hervorgegangen ist (vgl. S. 68). Diese Verschiedenheit steigert sich oftmals zu einem Grade des Geschlechtsdimorphismus, der die Erkenntnis der artlichen

Zusammengehörigkeit von der beobachteten Paarung abhängig macht. Im Einklange hiermit steht es, dass jener am weitesten bei Parasiten zu gehen pflegt, u. zw. gestatten es bei diesen die sehr günstigen Ernährungs- und sonstigen Lebensbedingungen, dass der weibliche Körper sich schliesslich einseitig für den Fortpflanzungszweck umgestaltet, während alle anderen Organsysteme, namentlich die für Bewegung und Empfindung, rückgebildet werden. Dies zeigen die zahlreichen Schmarotzerkrebse aus der Ordnung der Ruderfüsser *(Copepoda)*, z. B. *Chondracanthus gibbosus* Kroy. Die Weibchen werden nach der Befruchtung zu einem blossen Brutsack, den die zahlreichen Eier im Verhältnis zu dem normalbleibenden Männchen riesig vergrössern (Fig. 109). Nicht immer freilich ist diese Verschiedenheit in unmittelbare Abhängigkeit zu der schon früher hervorgehobenen Arbeitsteilung der Geschlechter zu bringen, denn es fehlt jede deutliche Beziehung darauf, wenn z. B. in der Papageiengattung *Eclectus* die Männchen grün, die Weibchen rot, oder beim Kiefernspanner *(Bupalus piniarius* (L.)*)* jene schwarzbraun, diese rostgelb gefärbt sind. Da der Dimorphismus jedenfalls der Sicherung von Keimerzeugung und -vereinigung, also der Erhaltung der Art, förderlich ist, so lässt sich seine Entstehung am ehesten aus der natürlichen Zuchtwahl ableiten, und in der Tat finden sich bei jenen Schmarotzerkrebsen zahlreiche Zwischenstufen von sehr geringer äusserer Geschlechtsverschiedenheit bis zu solch übertriebener.

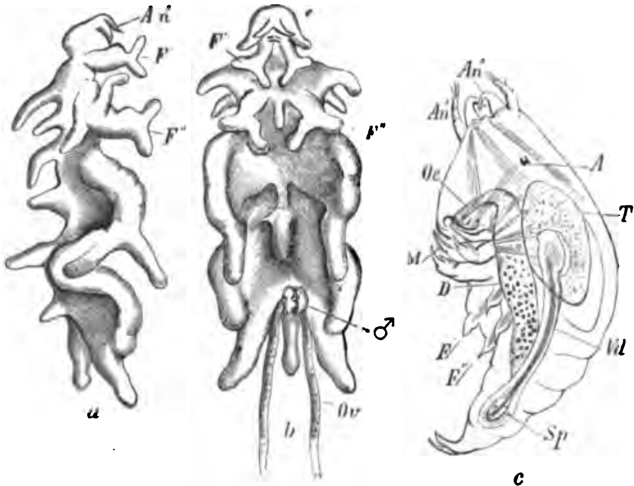


Fig. 109. Die beiden Geschlechtstiere von *Chondracanthus gibbosus*. ♀ ca. sechsfach, ♂ stark vergr. *a* ♀ in seitlicher Lage, *b* dasselbe von der Bauchseite mit anhaftendem ♂, *c* ♂. *An'* vordere Antennen, *An''* Klammerantennen, *F'*, *F''* die beiden Fusspaare, *A* Auge, *Ov* Eierschläuche, *M* Mundteile, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Sp* Spermatophore im Spermatophorensack (aus CLAUS).

Ueber den Dimorphismus geht die als Polymorphismus bezeichnete Verschiedenheit der Einzelwesen einer Art hinaus, wenn nämlich nicht bloss die beiden Geschlechter sich körperlich an die verschiedenen Leistungen bei der Fortpflanzung angepasst haben, sondern noch weitere Arbeitsteilung platzgreift — Verhältnisse, die sich bei stock- und staatenbildenden Tieren einstellen. Es können dann besondere Individuen für die Nahrungsbeschaffung, andere für den Schutz des Staatswesens, noch andere vielleicht für die Brutpflege ausgestattet sein. Einen dreigestaltigen Polymorphismus dieser Art zeigt der Staat unserer Honigbiene, mehrgestaltiger noch sind viele Arten von Ameisen und Termiten. Am weitesten dürfte die Sonderung von Leistungen und an diese eigens angepasster Individuenformen bei den Röhrenquallen *(Siphonophorae)*, einer Ordnung der Nesseltiere, getrieben sein. Eine Meduse (Fig. 110) vervielfältigt sich durch Sprossung in eine grössere Anzahl von bald medusen-, bald polypenähnlichen Individuen, an denen je nach der Arbeit, die sie zur Erhaltung eines solchen Tierstockes übernehmen, eingreifende Veränderungen der Grundgestalt, ja Vereinfachungen bis zur Form eines blossen Organs zum Schwimmen, Einfangen von Beute u. s. w. geschehen sind. Diese Umwandlungen lassen sich auf folgendes Schema zu-

rückführen (Fig. 111): Alle „Personen“ des Stockes sitzen an einem Stamm, der von einem gemeinsamen Darmschlauche durchzogen und von einer gaserfüllten Luftblase getragen wird; zur Ortsbewegung dienen die Schwimmglocken durch Einsaugen und Ausstossen von Wasser nach Medusenart. Die mit Nesselzellen besetzten Fangfäden fangen die Nahrung ein und führen sie den verdauenden Fresspolypen zu, von denen sie durch den Darmschlauch zu den anderen Teilen gelangt; als Sinnesorgan stehen den Fresspolypen die kürzeren, oft ebenfalls mit nesselnden Fangfäden besetzten Taster zur Seite, während die Fortpflanzung von männlichen und weiblichen, oft an einem Stocke vereinigten Geschlechtsglocken (Gonophoren) versehen wird. Als Schutzorgane endlich sitzen öfters über den letzteren wie über Tastern und Fresspolypen die blattförmigen, derben Deckstücke.



Fig. 110. *Stephalia corona*, eine Siphonophore. 1 Luftblase, 2 Schwimmglocken, 3 Tentakel, 4 Oeffnung des Darmschlauches, 5 Fresspolypen, 6 Gonophorentrauben, 7 Luftkanal, der in 1 einmündet (nach HAECKEL aus ROSENTHAL).

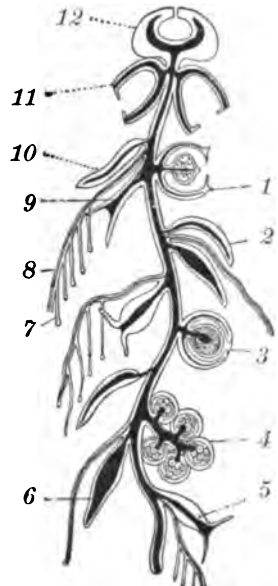


Fig. 111. Schema eines Siphonophorenstockes. 1, 3 und 4 Geschlechtspolypen (Gonophoren), 2, 10 Deckstück, 5, 9 Fresspolypen, 6 Taster, 7 Fangfäden mit Nesselkapseln, 8 Tentakel, 11 Schwimmglocke, 12 Luftblase (nach LANG aus ROSENTHAL).

In der Färbung lassen sich vielfach weitgehende Anpassungen zum Vorteile der Träger erblicken, deren Werdegang zunächst ein orthogenetischer, auf Einflüssen von innen und aussen her beruhender sein dürfte, seine eigentliche Ausgestaltung aber unter dem Drucke der Naturauslese erhalten haben muss. Noch schärfer als in den beim Integument erwähnten Erscheinungen der Erkennungs-, Schreck- und Schutzfarben tritt jener Einfluss bei der Erscheinung der schützenden Aehnlichkeit hervor. Viele Tiere ähneln im bewegungslosen Zustande, also namentlich in ihrer Ruhestellung den vorherrschenden Zügen ihrer Umgebung so sehr, dass sie solchen Feinden, die ihre Beute nicht mit dem Tast- oder Geruchssinn suchen, vielfach entgehen dürften. Besonders häufig gleichen solche Tiere einzelnen Pflanzenteilen wie Borke, Blättern im lebenden wie verdorrten Zustande, Dornen, dürren Zweiglein, aber auch tierischen Exkrementen, leeren Puppenhülsen u. s. w. Am weitesten geht die Anpassung bei der schützenden Nachäffung (Mimikry), wo wehrlose, nicht über Gift oder Waffen verfügende Formen solchen ähneln, die wegen schlechten Geschmackes, Besitzes von Wehrstacheln u. s. w. von den häufigsten Feinden ihrer Klasse nicht verfolgt werden. Besonders zahlreich sind dergleichen Fälle unter den Insekten (Fig. 112), die namentlich in den Tropen von Vögeln und Eidechsen zu leiden haben; oftmals geht die Aehnlichkeit so weit, dass man einzelne als Modelle dienende Arten und mehrere nachahmende (Mimetiker) unterscheiden kann.

Auch die geistige Entwicklung lässt die Einwirkung der Uebung auf die Steigerung von psychischen Leistungen der Neuronen und die Vererbung des vom Einzelwesen erworbenen Grades geistigen Vermögens auf seine Nachkommen nicht verkennen. Namentlich sind es die Erscheinungen des Instinktes, die unter das Gebiet der Gebrauchswirkungen und der Steigerung dieser durch Naturauslese fallen. Vom Instinkte werden diejenigen zweckdienlichen Handlungen — z. B. Bau von Woh-

nungen und Nestern, Verbergen vor Feinden, Brutpflege — beherrscht, die man in gleicher Weise von allen Individuen einer Art, wenigstens von einem Geschlechte und in einem gewissen Lebensabschnitte, ausgeführt findet; sie gehen stets auf Verknüpfung von Empfindungen und Vorstellungen zurück, die unabhängig von der äusseren Erfahrung durch ererbte Fähigkeit im Bewusstsein zustandekommen, nicht aber im Leben des Einzelwesens auf Grund der Einprägung von Erfahrungen neu gewonnen werden. Da diese psychischen Leistungen auf körperlichen Einrichtungen, nämlich auf dem mehr oder weniger entwickelten Bau des Zentralnervensystems beruhen, so unterliegt ihre Steigerung einerseits den Wirkungen der individuellen Uebung und Vererbung des erworbenen Grades, andrerseits der natürlichen Zuchtwahl, unter der die Individuen mit mangelhaftem Neuronenbesitz als morphologisch geringwertig am ersten im Daseinskampfe unterliegen.

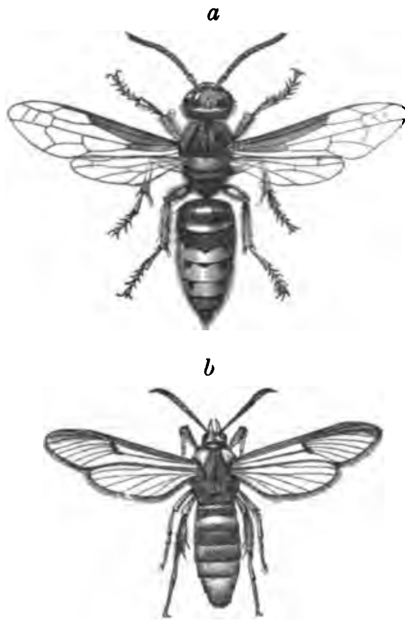


Fig. 112. *a* Hornisse (*Vespa crabro*), *b* Hornissenschwärmer (*Trochilium apiforme*) (aus CLAUS-GROBBEN).

Endlich lassen sich sehr zahlreiche Tatsachen im Sinne des Entwicklungsgesetzes deuten, die der geographischen Verbreitung der Tiere angehören; doch gestattet es der Raum nicht, auf die hierhergehörigen Ergebnisse der zu einem besonderen zoologischen Einzelgebiete gewordenen Wissenschaft der Tiergeographie einzugehen. Es sei nur angedeutet, dass sich oftmals ein enger Zusammenhang einerseits zwischen der allmählichen Ausbreitung einer grösseren oder kleineren Tiergruppe von einem ursprünglichen Wohnzentrum aus und andrerseits ihrer ebenso fortschreitenden stammesgeschichtlichen Umbildung erkennen lässt; ferner findet

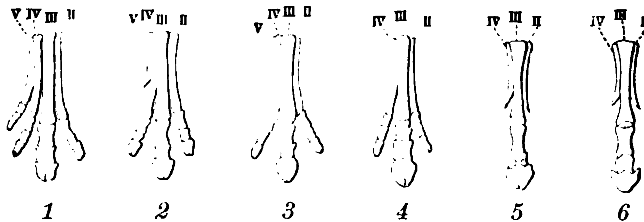


Fig. 113. Vorderfuss der Stammformen des Pferdes. *1 Orohippus* (Eozän), *2 Mesohippus* (oberes Pliozän), *3 Miohippus* (Miozän), *4 Protohippus* (oberes Pliozän), *5 Pliohippus* (oberstes Pliozän), *6 Equus*. II—V Finger (aus WIEDERSHEIM).

namentlich die Lehre von der Artenentstehung durch räumliche Sonderung ungemein zahlreiche Unterlagen in der Verteilung von Angehörigen einer Gattung etc. auf Inseln und ähnliche engbegrenzte Wohnbezirke.

Obgleich die mitgeteilten, nur einen winzigen Teil des diesbezüglichen Erfahrungsschatzes darstellenden, Tatsachen zahlreiche induktive Nachweise für die Richtigkeit der Evolutionslehre bieten, kann doch die unwiderlegliche Beweisführung nur durch die Auffindung aller Uebergänge von einfachen zu hochorganisierten Formen geschehen, wie sich solche im Verlaufe der Erdgeschichte abgelöst haben müssen. Allein aus den Bedingungen, denen die Erhaltung jener Zeugen des Umwandlungsvorganges unterworfen

war, erhellt es, dass sich nur einzelne harte Teile der Tierkörper wie Skelette, Hautpanzer, Horngebilde als Versteinerungen oder Abdrücke erhalten konnten, ja dass auch deren Erhaltung überhaupt ein Zufall ist. Demnach kann die erdgeschichtliche Urkunde, auf die sich die Deszendenzlehre stützt, nur sehr lückenhaft sein; doch genügen die erhaltenen Beweisstücke, um die Richtigkeit vieler Annahmen über die Stammesgeschichte von Tieren und damit der ersteren überhaupt darzutun. Haben sich doch sogar Reihen von Versteinerungen erhalten, welche die allmähliche Umänderung einzelner Arten während geologischer Zeitalter dartun; z. B. enthalten gewisse Ablagerungen des Süsswassers in Württemberg ganze Formenketten von Schneckenschalen, dem *Planorbis multiformis* Quenst. angehörig, die in der ältesten, untersten Schicht als ganz flache Formen beginnen, um sich allmählich aufzuwinden und zu oberst als kreiselförmige Gehäuse zu erscheinen. Sogar den Stammbaum ganzer Familien der Huftiere, namentlich der Pferde, hat man nach Funden tertiären Alters, in Nordamerika gemacht, aufstellen können, wobei sich gradweise die Rückbildung der ehemals fünfzehigen Füsse in die heutige Einhuferform (Fig. 113), sowie die Umwandlung wurzeltragender Backzähne in wurzellose ergab. Den Anfang machte demnach unter den Equiden der alteozäne *Eohippus*, dessen Vorderfuss ausser vier vollständigen Zehen noch den Rest einer 5. besass, darauf folgte *Orohippus* aus dem Eozän mit nur vier Zehen; auch die 4. verschwindet im Miozän bei *Mesohippus*, worauf von der rein dreizehigen Form des *Miohippus* der Weg bis zum einhufigen *Equus* der Gegenwart führt, dessen beide Aussenzehen nur als unbedeutende Reste, die „Griffelbeine“, erhalten geblieben sind.



Fig. 114. *Archaeopteryx lithographica*. *cl* Schlüsselbein, *co* Rabenschnabelbein, *h* Oberarm, *r* Speiche, *u* Elle, *c* Handwurzel, *sc* Schulterblatt, I—IV Zehen (nach ZITTEL aus R. HERTWIG).

Es sind aber nicht nur Uebergänge innerhalb engerer Bereiche des Systems wie die eben angeführten entdeckt worden, sondern auch solche, die heutigentags scharf getrennte Klassen mit einander verbinden. So war die im Jura lebende *Archaeopteryx lithographica* v. Mey. (Fig. 114) zwar ein echter Vogel, der Schwung- und Steuerfedern besass und daher fliegen konnte, aber seine wohlerhaltenen Reste zeigen mancherlei Besonderheiten, die zu den Reptilien hinführen. Das Handskelett weist noch drei völlig getrennte lange Finger mit starken Krallen auf, die sicher frei vorragten und beim Klettern im Gezweige dienen mochten; weiterhin sind die Steuerfedern nicht fächerartig an den letzten verschmolzenen und verbreiterten Schwanzwirbeln befestigt wie bei den heutigen Formen, sondern sie sitzen zweizeilig gereiht an einem langen dünnen Eidechsenschwanze; auch hatte dieser Urvogel im Schnabel spitzige eingekeilte Zähne

II. Teil.

Spezielle Zoologie.

I. Unterreich.

Protozoa. Urtiere.[1])

§ 42. Allgemeines. Einzellige, meist mikroskopisch kleine Tiere, oft mit Organellen im Zellleibe; nackt, beschalt oder mit einem Stützskelett versehen; Fortpflanzung durch Teilung, Knospung oder Sporenbildung; im Wasser oder parasitisch in anderen Tieren lebend.

Der Zellleib der Urtiere besteht aus einem etwas trüben Protoplasma, in dem meist ein äusseres Exoplasma von dem inneren Endoplasma zu unterscheiden ist; ferner kann es zu mannigfaltigen Organellen der Bewegung, Nahrungsaufnahme, Ausscheidung und Sinneswahrnehmung differenziert sein; der Kern ist einfach oder doppelt. Die Bewegung geschieht durch Scheinfüsschen, Geisseln oder Wimpern, selten durch Plasmadifferenzierungen, die Muskelfasern ähneln. Für die Ernährung wirken Pseudopodien, welche die Nahrung umfliessen, oder bleibende Mundöffnungen; die Verdauung findet in Nahrungsvakuolen, die Ausstossung der unverdaulichen Reste an beliebiger Stelle oder durch einen besonderen Zellafter, die Exkretion häufig durch eine pulsierende Vakuole statt. Zur Vermehrung gelangen die Protozoen bald durch Teilung, bald durch die im Grunde wenig davon verschiedene Knospung, wobei keine eingreifenden Aenderungen in der Zellorganisation platzgreifen und die Lebenstätigkeit weitergeht. Eine andere Vermehrungsweise ist die Keim- oder Sporenbildung im Innern der Urtierzelle, die während eines Ruhezustandes unter völliger Auflösung des Zellaufbaues und Wiederherstellung der früheren Organisation vor sich geht und Ablösung einer Mehrzahl von Keimen oder Sporen zur Folge hat. Dieser Sporulation geht öfters die Verschmelzung (Kopulation) zweier Individuen im reifen oder Sporenzustande voraus. Urtiere kommen im süssen wie salzigen Wasser sowie in feuchter Erde vor; viele sind Schmarotzer in Kalt- und Warmblütern und Erreger besonderer gefährlicher Krankheiten. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist indirekt keine geringe, da sie zahlreichen kleinen Krebstieren zur Nahrung dienen, die selber ein wichtiges Futter unserer Nutzfische sind.

I. Abteilung. **Cytomorpha.**

Protozoen mit einem oder mehreren gleichwertigen Kernen.

§ 43. I. Kl. **Sarcodina.** Sarkodetierchen.

Pseudopodienbildende, nackte oder mit Gehäusen oder Skeletten versehene Urtiere. Der Zellleib unterliegt beständiger Gestaltverände-

---

1) Vgl. auch § 4 (S. 8 u. f.).

rung; die Scheinfüsschen dienen zur Aufnahme der festen tierischen oder pflanzlichen Nahrung und zur kriechenden Bewegung; öfters ermöglichen Gasblasen und Öltropfen ein Schweben im Wasser. Fortpflanzung durch Teilung und Sporenbildung nach Einkapselung. Fast alle sind Wasserbewohner, wenige Schmarotzer.

1. Ordn.: **Amoebozoa**, Amöben (Fig. 3, 4).

Nackte und skelettlose Sarkodetierchen, mit Exo- und Endoplasma, selten mit pulsierender Vakuole, ohne Zellmund. *Amoeba coli* erregt als Darmschmarotzer des Menschen eine Form der Ruhrkrankheit.

2. Ordn.: **Rhizopoda**, Wurzelfüsser.

Amöboide Körper von mannigfaltig gestalteten Gehäusen eingeschlossen, die bald kutikulare Absonderungen, bald mit Schleim verklebte Fremdkörper (Fig. 34), bald eine Ausscheidung von kohlensaurem Kalke sind; letztere zeigen regelmässige, auch geometrische Gestaltung und können ansehnliche Grösse erreichen (Nummuliten, Fig. 115). Die mit Kalkschale versehenen Formen (Foraminiferen) kommen massenhaft im Meere vor, sodass die sich am Meeresgrunde ansammelnden Schalen der abgestorbenen Tiere mächtige Schichten bilden, die von früheren Erdperioden her versteinert erhalten geblieben sind. Durch vulkanische Kräfte gehoben, nehmen sie als Kreidefelsen grossen Anteil an der Bildung der Erdoberfläche und gehören geologisch zu den wichtigsten Leitfossilien.

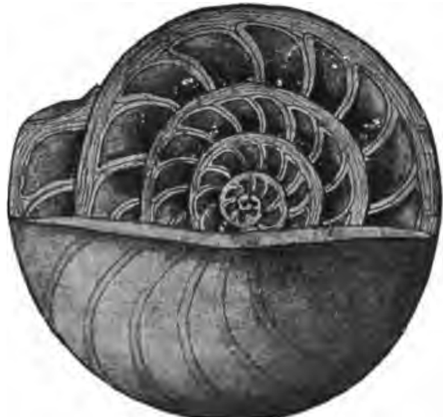


Fig. 115. *Nummulites Cummingi* halb angeschnitten um die Kammerung zu zeigen. 20 × vergr. (nach BRADY aus LANG).

3. Ordn.: **Heliozoa**, Sonnentierchen.

Form kugelig; Protoplasma innen dichter, aussen vakuolenreich, mit radiär ausstrahlenden fadendünnen Pseudopodien, einem oder sehr zahlreichen Kernen; meist mit pulsierender Vakuole, gelegentlich mit Kieselskelett und äusseren Hüllen. Meist im Süsswasser, schwebend.

4. Ordn.: **Radiolaria**, Strahllinge (Fig. 5, 17).

Mit Zentralkapsel, die eine dichtere Markschicht des Protoplasmas nebst den meist sehr zahlreichen Kernen einschliesst; ausserhalb der Kapsel das pseudopodienbildende Protoplasma und ein schaumiger Schleimmantel. Skelettbildungen meist aus Mineralstoff, teils als konzentrische, gitterförmig durchbrochene innere und äussere Schalen, teils als radiäre Nadeln ausgebildet. Im Weichkörper stets einzellige Algen als symbiotische Einwohner. Schwebende Meeresbewohner, deren Skelettreste mächtige Ablagerungen bilden.

§ 44. II. Kl. **Flagellata.** Geisseltierchen (Fig. 9, 116).

Körperform fest, meist gestreckt, mit einem oder zwei längeren Geisselhaaren für Bewegung und z. T. auch für Nahrungsaufnahme; pulsierende Vakuole vorhanden, oft auch Zellmund und Zellafter; Kern einfach, öfters Gehäuse. Am Vorderende nicht selten ein roter Körper, der zur Lichtwahrnehmung dienen dürfte. Manche Formen

enthalten grüne oder braune Farbkörner, mit denen sie nach Pflanzenart assimilieren. Die Flagellaten bewegen sich durch ihre Geisseln entweder lebhaft im Wasser oder strudeln bei festsitzender Lebensweise damit die lebende oder tote Nahrung herbei. Alle drei Vermehrungsarten kommen vor, sowie Konjugation. Manche bilden Kolonieen (Fig. 9); bei Eintrocknen des bewohnten Gewässers erhalten sie sich durch Einkapselung lebend. Es gibt Süsswasser- und Meeresformen, sowie parasitische Krankheitserreger. Eine häufige Art der Oberflächen unserer Meere *(Noctiluca miliaris)* leuchtet. — *Euglena viridis* Ehrb. (Fig. 116).

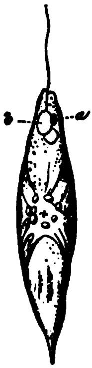


Fig. 116. *Euglena viridis* 300|1. *a* Augenfleck, *b* kontraktile Vakuole (aus LEUNIS).

§ 45. III. Kl. Sporozoa.

Endoparasitische, kugel- bis wurmförmige Protozoen mit und ohne Plasmasonderungen und mit osmotischer Ernährung. Neben Teilung stets noch Sporenbildung, die mit einer Art Generationswechsel verbunden sein kann. Die Coccidien, einfachere Formen, sind im ausgebildeten Zustande Zellschmarotzer von kugeliger oder amöboider Gestalt, ungesondertem Plasma und einfachem Kern; ihre Fortpflanzung ist ausgezeichnet durch Abwechslung einer im freien und im eingekapselten Zustande sporulierenden Generation. Die Coccidien schmarotzen in den Gewebszellen von höheren Evertebraten und Vertebraten sowie in den roten Blutzellen der letzteren, wo sie die gefährlichsten Tropenkrankheiten (Malaria, Rinderpest u. a.) hervorrufen. Die höheren Sporozoen (Gregarinen) besitzen einen gestreckten, fest begrenzten Körper, der mehrfach quergeteilt sein kann, eine Kutikula und bisweilen am Vorderende hakenförmige Haftvorrichtungen; das Plasma ist in Exo- und Endoplasma sowie in ringförmige Muskelfibrillen (Myonemen) gesondert; sie erzeugen nur bei Enzystierung Keime. Bei den Neosporidien endlich enthält der amöboide oder schlauchförmige Körper zahlreiche Kerne; die sehr entwickelte Sporenbildung geht andauernd vor sich; sie sind als krankheitserregende Schmarotzer in den verschiedensten Geweben der Fische beachtlich, unter denen sie seuchenartige Krankheiten (z. B. Pockenkrankheit des Karpfens) hervorrufen. Auch in Kerbtieren sind sie pathogen (Pebrinekrankheit der Seidenraupen).

II. Abteilung. Cytoidea.

Protozoen mit zwei verschiedenwertigen Kernen.

§ 46. I. Kl. Ciliata. Wimperinfusorien (Fig. 6, 8, 117).

Meist einzeln lebende Protozoen mit hochausgebildeten Organellen und Wimperhaaren, mit Grosskern und Kleinkern. Der immer festbestimmte Körper der „Infusionstierchen“ ist meist asymmetrisch und trägt in grösserer Zahl Wimpern, die bald zart, bald mehr stachelartig, ja als Saugröhrchen gebildet sind; das Wimperkleid ist gleichmässig verteilt oder an bestimmte Stellen gebunden, wobei die Umgebung des Zellmundes als „adorale Wimperzone“ bevorzugt wird (Fig. 117). Die Nahrungsaufnahme geschieht nur bei Parasiten durch die ganze Oberfläche, sonst durch einen Zellmund, die Ausleerung des Kotes durch eine Afteröffnung. Das deutliche Exoplasma enthält Myonemen und erzeugt öfters eine Kutikula, auch enthält es die oft mehrfachen kontraktilen Vakuolen, die an ganz bestimmten Stellen angebracht sind. Im Endoplasma sind Gross- und Kleinkern enthalten. Die Fortpflanzung geschieht durch Teilung, wobei die entstehenden Einzel-

wesen zum Stock vereinigt bleiben können (Fig. 8), oder durch Knospung, die zahlreiche Schwärmsprösslinge entlässt. Vereinigungen zwischen zwei Individuen können dauernde werden (Kopulation) oder nur zeitweilig sein, um einen Austausch von Idioplasma vorzunehmen (Konjugation). Die Ciliaten leben grösstenteils frei im Süsswasser wie im Meere, gewisse Formen sind festsitzend, einige Arten schmarotzen in anderen Infusorien sowie in Wirbeltieren. — *Stentor polymorphus* Ehrb. (Fig. 117).

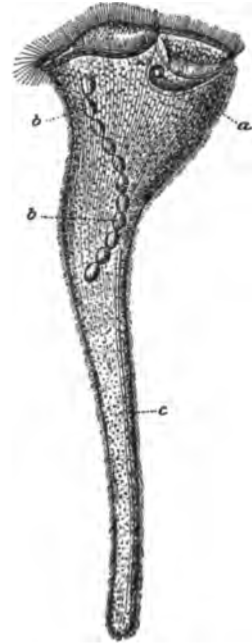


Fig. 117. *Stentor polymorphus* 80/1. *a* Mund, *b* Kern (perlschnurförmig), *c* kontraktile Vakuole (aus LEUNIS).

II. Unterreich.

Metazoa. Gewebstiere.

Vielzellige Tiere; ihr aus einer Gastrula hervorgehender Körper besteht aus Zellgruppen, Geweben, die sich infolge Arbeitsteilung morphologisch gesondert haben. Die Fortpflanzung neben der multizellularen stets unizellular durch Abstossung von zweierlei Keimzellen, die mit einander verschmelzen.

§ 47. I. Abteilung. Radiata = Coelenterata. Strahl- oder Hohltiere.

Metazoen mit radiärem Bauplan des nicht über die Gastrulabildung hinausgehenden Körpers.

Da den Hohltieren die primäre Leibeshöhle bei der Entwicklung zur Gastrula verloren geht (Fig. 11), dient die Urdarmhöhle nicht nur zur Verdauung, sondern mit ihren gefässartig zwischen Ekto- und Entoderm verzweigten Ausläufern auch zu deren Verteilung im Körper (Gastrovaskularsystem). Multizellulare Fortpflanzung ist sehr verbreitet, doch kommt in der Regel auch die gamogenetische, oft in Generationswechsel, vor. Entwicklung meist mit Metamorphose.

1. Stamm. Porifera = Spongiaria. Schwämme.

Mit dem Urmundpole festsitzende Strahltiere. Der zugewachsene Urmund durch zahlreiche, nachträglich durch die Leibeswand durchgebrochene neue Mundöffnungen (Poren) ersetzt. Ein Füllgewebe zwischen den beiden Körperschichten enthält Skelettnadeln aus Kalk, Kiesel, Spongin und erzeugt die Geschlechtszellen. Fortpflanzung multi- und unizellular durch Geschlechtstiere oder Zwitter. Ohne Muskeln und Nervensystem. Entwicklung mit Larvenzustand. Fast immer Stockbildung. Die meisten Schwämme sind Meeresbewohner.

§ 48. 2. Stamm. Cnidaria. Nesseltiere.

Von ausgesprochen radiärem Bau sitzen die Nesseltiere mit dem Aboralpole fest oder lösen sich nachträglich zu freischwimmender Lebensweise ab; dabei erhält sich trotz Vielgestaltigkeit die Schlauchform der Gastrula (Fig. 11), nebst Mundöffnung und Darmhöhle, die sich in die etwaigen Anhänge (Fangarme, Schwimmglocke) fortsetzt. Zahl der Strahlen vier, sechs oder ein Mehrfaches davon. Zwischen Ekto- und Entoderm eine mesodermale Stützlamelle ausgebildet, jenes mit geweblichen Sonderungen

wie Muskel- und Nervensystem sowie Nesselkapseln; Genitalzellen vom Ekto- oder Entoderm erzeugt. Gehäuse und Skelettbildungen sind häufig. Grundform der Nesseltiere ist der festsitzende Polyp, von dem sich die freischwimmende Qualle (Meduse) dadurch ableitet, dass sich die Wandung des Hohlschlauches scheibenförmig erweitert und durch mächtige Verdickung der Stützlamelle die aborale Fläche schirm- bis glockenförmig emporgewölbt wird. Die Polypen pflanzen sich nur ausnahmsweise als Zwitter fort, immer jedoch durch Knospung, wobei sie zu Stöcken vereinigt bleiben (Fig. 118) unter Polymorphismus der Individuen. Einige bilden sich zu Geschlechtstieren aus, die sich als Medusen ablösen; aus ihren Eiern entstehen Larven, die sich wieder als Polypen festsetzen, jedoch können auch die Medusen sich multizellular vermehren. Fast alle Cnidarien bewohnen das Meer; die Kalkskelette der Korallenpolypen können Riffe und Inseln erzeugen und sind für die Erdgeschichte von hoher Bedeutung.



Fig. 118. *Bougainvillia ramosa*, ein Hydropolyp des Meeres. *p* Polypen, 1—4 verschiedene Entwicklungsstufen der Medusen (aus GOETTE).

1. Kl. **Hydrozoa** (Fig. 118).

Nesseltiere ohne eingestülpten Schlund und daher nur mit entodermaler Auskleidung der Urdarmhöhle, die nicht durch Scheidewände gekammert ist. Den Medusenformen ist das Segel (Velum) eigen, ein breiter Faltensaum unter dem Schirmrande (Fig. 13). Fast alle sind marine Geschöpfe, zu denen die Hydroiden und Siphonophoren gehören.

2. Kl. **Scyphozoa.**

Mit ektodermaler Schlundeinstülpung und durch Längsscheidewände in radiäre Taschen gekammertem Urdarm. Die freischwimmenden Medusen ohne Segel; nur Meerestiere (Seerosen, Korallen etc.).

§ 49. 3. Stamm. **Ctenophora.** Rippenquallen (Fig. 41).

Zweistrahlige Hohltiere von meist ovaler Gestalt, die sich mit acht sagittalen Streifen (Rippen) von Ruderplättchen bewegen. Ein vom Ektoderm eingestülptes Schlundrohr bildet den Eingang zur Darmhöhle, die in acht Divertikel ausstrahlt. Zwei lange, kontraktile, in Taschen zurückziehbare Fangfäden. Am Apikalpol ein statisches Sinnesorgan. Freischwimmende Meerestiere mit unizellularer, zwittriger Fortpflanzung.

II. Abteilung. **Bilateralia.** Bilateraltiere.

§ 50. Allgemeines. Metazoen von zweiseitig-symmetrischem Bauplan, mit sekundärer Leibeshöhle (Cölom), die von einem dem Entoderm entstammenden Mesoderm gebildet wird.

Die Bilateralform geht aus der radiären Gastrulastufe auf zweierlei Weise hervor: 1) Die Gastrula streckt sich in ihrer Hauptachse in die Länge, wobei der ver-

engte Urmund das Hinterende, ihr Apikalpol das Vorderende des künftigen Tieres bezeichnet. Dann verwandelt sich der endständige Urmund meist in den After, während der Mund am gegenüberliegenden Vorderende als Neubildung ins Innere durchbricht; dorsale, ventrale und laterale Körperseiten entstehen also gleichmässig zwischen Urmund und Scheitel der Gastrula — pleurogastrische Bilateraltiere (Bilateralia pleurogastrica); 2) die Gastrula erweitert sich in querer Richtung, sodass der spaltförmig ausgezogene Urmund nicht das Hinterende, sondern die Bauchseite bezeichnet, wobei sein Vorderende in die Mundbildung einbezogen wird, das übrige sich in der ventralen Mittellinie schliesst — hypogastrische Bilateraltiere (Bilateralia hypogastrica).

a. Bilateralia hypogastrica.

4. Stamm. Vermes. Würmer.

Bewegungsmuskulatur im Körperstamm enthalten, nicht in Anhänge des Körpers verlegt. Integument weich; Mund in der Regel vorn gelegen; ein ektodermal eingestülpter Schlund setzt sich in einen der Längsachse nach hinten folgenden Darm fort. Bewegungsmuskeln als dem Integument allseitig angeschlossener Hautmuskelschlauch gebildet; Nervensystem zentral angeordnet nebst angeschlossenen Sinnesorganen; ein röhriges Harnorgansystem vorhanden.

1. Unterstamm. Plathelminthes. Plattwürmer.

Meist stark abgeplattet mit einem dichten Füllgewebe (Körperparenchym), welches das Cölom unterdrückt hat, aber von interzellularen Spalträumen durchsetzt ist; Nervenzentrum als Hirn vor dem Munde gelegen.

§ 51. 1. Kl. Turbellaria. Strudelwürmer.

Breitgedrückte Plattwürmer mit vollständig bewimperter Oberfläche.

Bewegung der Körperform entsprechend auf dem Lande ein gleitendes Kriechen, im Wasser schlängelnd. Wimperkleid zum Heranstrudeln des Atemwassers dienend. Haut reich an Drüsen- und Nesselzellen (Fig. 18k). Mund an der Bauchseite, oft weit nach hinten gerückt, Darm einfach oder verästelt, afterlos, bisweilen fehlend, sodass die Nahrung durch den Mund direkt in das Körperparenchym gelangt; mangels besonderer Blutgefässe kreist die Leibeshöhlenflüssigkeit in den Spalten des Füllgewebes; Nieren als verzweigte Längskanäle, die sich mit Mündungen von verschiedener Zahl nach aussen öffnen. Nervensystem als geteiltes Zentralganglion vorn gelegen, von dem Nervenstränge nach vorn und hinten gehen; als Sinnesorgane zwei bis viele Augen, öfters Sinnesgrübchen und ein Tastrüssel. Bei zwittrigem Geschlechtsapparat sind die Keimlager teils als Samen- und Eikapseln im ganzen Körper zerstreut, teils in 1—2 schlauchförmigen Hoden und Ovarien vereinigt; die Ovarien können in eigentliche Eierstöcke und in Dotterstöcke getrennt sein, welch letztere jedem Ei Nährzellen beigeben; Ende des Eileiters oft als Fruchthälter ausgebildet, Ende des Samenleiters als Penis ausstülpbar. Wenn die Geschlechter getrennt sind, entstehen die Keime in geschlossenen Säckchen des Parenchyms, die sich einzeln nach aussen öffnen. Süsswasserformen mit direkter Entwicklung, Meeresformen mit Metamorphose. Neben der unizellularen Fortpflanzung auch Vermehrung durch Querteilung. Lebensweise räuberisch, im Wasser oder an feuchten Orten auf dem Lande.

§ 52. 2. Kl. Trematodes. Saugwürmer.

Unbewimperte Plattwürmer mit blatt- bis walzenförmigem Körper, bauchständigen Haftorganen und gegabeltem afterlosem Darme; zwittrige Aussen- oder Binnenschmarotzer. Haftorgane als wulstige Saugnäpfe am Bauche (Fig. 119 i) oder Hinterende, als chitinige Haken und Klammern. Oberhaut eine Kutikula, das die letztere absondernde Epithel tief ins Füllgewebe versenkt. Mund am Vorderende, häufig im Grunde eines Saugnapfes, Schlund mit starker Muskelwand, Darm gegabelt und oft verzweigt (Fig. 44). Nieren (Fig. 68) und die zwittrigen Genitalien wie bei den Strudelwürmern angelegt, aber die Hoden und Eierstöcke nie im Körper zerteilt; Endstück des Samenleiters (Cirrus) von einem muskulosen Sack (Cirrusbeutel) eingeschlossen; am Eileiter eine Schalendrüse; ein besonderer von jenem ausgehender Gang (LAURERscher Kanal) mündet auf dem Rücken. Nervensystem ein Zerebralganglion, von dem ausser vorderen Nerven sechs nach hinten verlaufende,

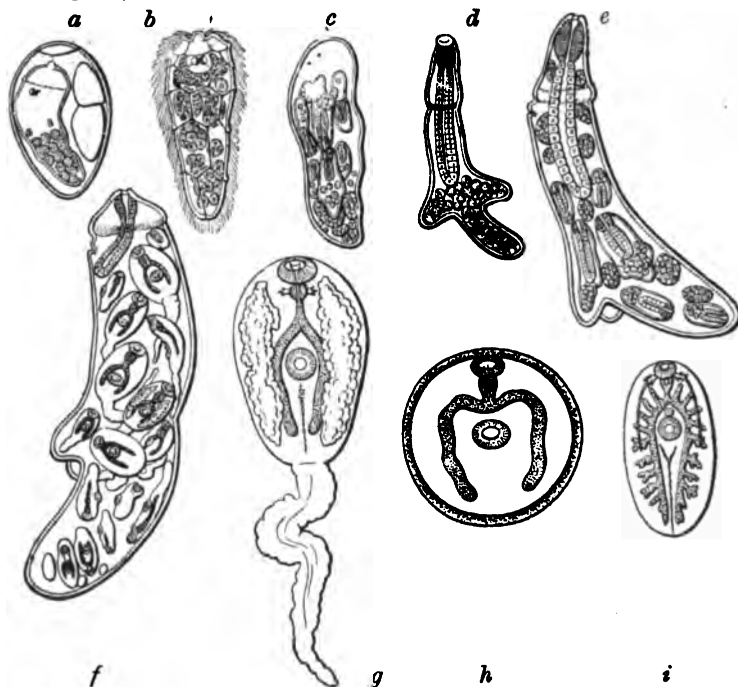


Fig. 119. Entwicklungszyklus von *Fasciola (Distomum) hepatica*. *a* Embryo, noch innerhalb der mit einem Deckel versehenen Eikapsel, neben demselben liegen Reste der Dotterzellen; *b* Wimperlarve (Miracidium), mit Keimzellen im Hinterkörper; *c* Sporozyste, die sich aus *b* entwickelt hat, im Innern Redien auf verschiedener Entwicklungsstufe; *d* junge Redie mit einfachem Darmkanal, im Hinterkörper Keimzellen; *e* weiter entwickelte Redie mit neuer Redienbrut im Innern; *f* Redie mit Cercarienbrut; *g* Cercarie; *h* dieselbe eingekapselt; *i* jugendliche *Fasciola* aus der Leber des Schafes (nach LEUCKART aus HATSCHEK).

durch Querkommissuren verbundene Längsstränge abzweigen. Augen nur bei Ektoparasiten und freilebenden Larven.

Entwicklung der Aussenschmarotzer aus wenigen grossen Eiern direkt, die der Binnenschmarotzer, welche sehr viele kleine Eier legen, mit umständlicher Heterogonie (Fig. 119). Den ins Wasser gelangenden Eiern entschlüpfen bewimperte Larven mit Hirn und diesem aufgelagertem, xförmig verwachsenem Augenpaar, mit Darmanlage und vereinzelten grossen Eizellen. Sobald diese Wimperlarven (Miracidien in ihre ersten Zwischenwirte — regelmässig Schnecken — eingewandert sind, verwandeln sie sich unter Verlust des Wimperkleides und der meisten inneren Organ-

anlagen in sackförmige Sporozysten ohne Mund und Darm oder in mehrfach gegliederte Redien mit solchen. Diese Generationen erzeugen parthenogenetisch Eier und aus diesen Cercarien, d. h. junge Saugwürmer, die sich von den erwachsenen nur durch den Mangel der Geschlechtsorgane und durch einen beweglichen Ruder-

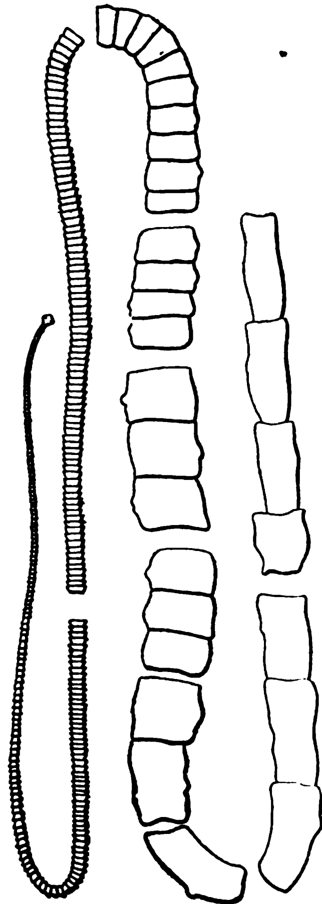


Fig. 120. *Taenia saginata.* Es sind Stücke aus den verschiedenen Regionen der Bandwurmkette dargestellt (nach LEUCKART aus HATSCHEK).

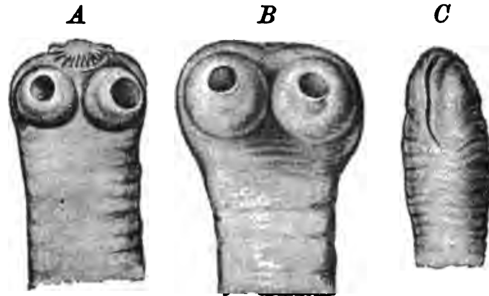


Fig. 121. Kopf von *Taenia solium* (*A*), *T. saginata* (*B*), *Bothriocephalus latus* (*C*) (aus BOAS).

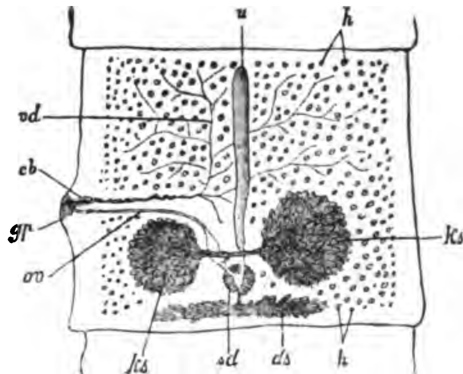


Fig. 122. Geschlechtsorgane von *Taenia saginata*. *h* Hoden, *vd* Samenleiter, *cb* Cirrusbeutel, *gp* Geschlechtsöffnung, *ov* Eileiter, *ks* Keimstöcke, *sd* Schalendrüse, *ds* Dotterstock, *u* Uterus (nach SOMMER aus LANG).

schwanz unterscheiden. Aus den Schnecken auswandernd dringen die Cercarien nach einiger Zeit in Würmer, Krebse, Insektenlarven, Fische ein, um sich dort nach Abwerfen des Schwanzes einzukapseln. Sobald dieser zweite Zwischenwirt von einem Wirbeltier gefressen wird, entwickeln sich die eingekapselten Larven in diesem Endwirte zur geschlechtsreifen Form. In etwas einfacherer Weise, nämlich ohne Einwanderung in einen zweiten Zwischenwirt, findet z. B. die Verwandlung des in der Leber des Schafes häufig zu findenden Leberegels *(Fasciola* [*Distomum*] *hepatica* (L.)*)* statt.

§ 53. 3. Kl. Cestodes. Bandwürmer.

Bandförmige, gegliederte Plattwürmer, mit Haftwerkzeugen an dem als Kopf unterschiedenen Vorderende, mund- und

darmlo ; Entoparasiten, meist im Darme von Wirbeltieren. Am Körper (Fig. 120) ein Vorderteil (Skolex), mit einem Kopfabschnitt, der sich durch Saugnäpfe und Hakenkränze (Fig. 121) an der Darmschleimhaut des Wirtes festheftet und einem ungegliederten Halsteil, dann eine grössere oder kleinere Anzahl Gliedstücke, die Proglottiden. Diese entstehen fortwährend neu durch Abschnürung am Halsteile, sodass sie mit zunehmendem Alter, unter Vergrösserung und Streckung, nach hinten rücken; die ältesten Glieder werden einzeln• oder streckenweise abgestossen. Da die Ernährung diosmotisch durch die Haut geschieht, fehlen Mundöffnung und Darm. Harnorgane als ein bis zwei Paare von Längskanälen mit Querverbindungen in den Proglottiden, Ausmündung am letzten Gliede. Nervensystem auf ein grosses zweiteiliges Hirn im Skolex und zwei einfache seitliche Längsstränge beschränkt. Die Bandwürmer sind fast nur Zwitter, die Geschlechtsorgane (Fig. 122) wie bei Trematoden angelegt, u. zw. in jedem Gliede, jedoch fehlt der Laurersche Kanal, und es können sowohl der ganze Genitalapparat wie auch nur die Leitungswege verdoppelt sein. Mit der Reife der Glieder schreitet auch die Ausbildung der Genitalien fort, doch bringt der zuletzt von reifen Eiern strotzende Fruchthälter allmählich die übrigen Organe bis auf die Ausführungsgänge zum Schwunde, sodass die zur Abstossung gelangenden Proglottiden eigentlich nur noch Eikapseln sind (Fig. 123).



Fig. 123. Reife Glieder *A* von *Taenia saginata*, *B* von *Taenia solium*. Die verästelte Figur ist der Fruchthälter (aus LANG).

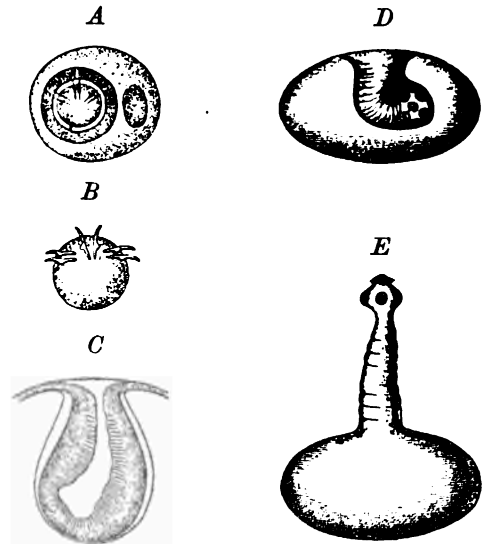


Fig. 124. Entwicklungsstadien von *Taenia solium;* vergrössert. *A* Ei mit dem in die Embryonalschale eingeschlossenen 6hakigen Embryo. *B* Freier 6hakigerEmbryo. *C* Das noch eingestülpte, an der Wand der Finne knospende Köpfchen, welches noch keine Saugnäpfe u. Haken besitzt. *D* Cysticercus cellulosae mit eingestülptem, aber bereits Haken u. Saugnäpfe tragenden Köpfchen; *E* derselbe nach Ausstülpung des Bandwurmköpfchens (aus LEUNIS).

Die Entwicklung ist entweder eine einfache, mit Wirtswechsel einhergehende Metamorphose oder es läuft ein Generationswechsel neben ihr her. Als Beispiel für ersteren Fall diene die Verwandlung eines Menschenbandwurms *(Taenia solium,* Fig. 124). Im Uterusei entwickelt sich ein mit sechs Hafthaken ausgestatteter Embryo (Onkosphära); sobald eine abgestossene reife Proglottis nach dem Verlassen des menschlichen Darmes von einem Schweine als Zwischenwirt verzehrt wird, löst dessen Magensaft die Wandung der ersteren und die Eischale, worauf der Embryo frei wird und sich mittelst seiner Häkchen in ein Blutgefäss des Darmkanals einbohrt. Vom Blutstrome mitgenommen setzt er sich in irgend einem inneren Organe — Leber, Lunge, Gehirn, Muskeln — an, wirft die Haken ab und verwandelt sich in eine mit Flüssig-

keit gefüllte Blase, um welche die Gewebe des Wirts eine bindegewebige Zyste abscheiden. An der Wand dieser als Finne (Blasenwurm, Cysticercus cellulosae) bezeichneten Blase (Fig. 124 C, D) entsteht durch einfaches Wachstum ein nach innen eingestülpter Skolex mit Saugnäpfen, Hakenkranz und Halsteil. Um sich aber zum Bandwurm auszubilden, muss die Finne wieder in den Endwirt, den Menschen gelangen, wozu ihr der Weg gebahnt wird, wenn dieser finniges Schweinefleisch in rohem oder ungenügend gekochtem Zustande verzehrt. Nach Verdauung der Zyste wird der Blasenwurm frei, stülpt sich aus (Fig. 124 E), wirft die Blase ab und gelangt in den Dünndarm, wo er sich festheftet und zum gegliederten Bandwurm auswächst. Bis-

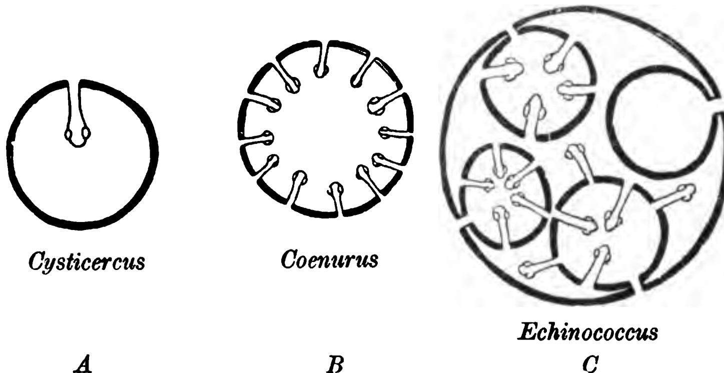


Fig. 125. Die drei Blasenwurmtypen, schematisch dargestellt. *A Taenia solium. B Taenia coenurus. C Taenia echinococcus* (aus RITZEMA BOS).

weilen fällt der Wirtswechsel fort, indem von einem Darmbandwurm ausgehend Finnen in Körperteilen (Auge, Gehirn) des Menschen entstehen. Zu einer solchen Metamorphose kann sich Generationswechsel gesellen, wenn in der Finnenblase nicht nur ein Skolex entsteht, sondern mehrere bis viele knospen (Fig. 125 B), wie es bei der zu *Taenia coenurus* gehörenden Finne im Gehirn des Schafes der Fall ist, oder wenn gar an der Innenwand Tochter-, ja Enkelblasen entstehen, in denen sich wieder Köpfe bilden (*T. echinococcus*, Fig. 125 C).

Die sehr zahlreichen Bandwurmarten sind meistens auf besondere Wirte und Zwischenwirte angewiesen, welch letztere auch Evertebraten sein können; so haust der Katzenbandwurm (*T. crassicollis* Rud.) als Finne in der Hausmaus, der Entenbandwurm (*T. anatina* Krabbe) als solche in Muschelkrebschen.

2. Unterstamm. **Coelhelminthes.** Hohlwürmer.

Langgestreckte Würmer mit Leibeshöhle, Enddarm und After, Gehirn und Längsnervensträngen, von denen ein stärkerer das Bauchmark darstellt.

§ 54. 4. Kl. **Nematodes.** Rundwürmer.

Meist kleine, drehrunde und ungegliederte Würmer mit einem aus Hirn und Bauchmark verschmolzenen, den Schlund umschliessenden Nervenring und unvollkommenem Cölom. Bedeckung des gestreckten, meist an beiden Enden verjüngten Körpers ist eine Kutikula und nach innen zu die sie erzeugende Hypodermis. Der Hautmuskelschlauch besteht aus einer epithelialen Schicht von Muskelbildungszellen, die an ihrer Oberfläche Längsmuskelfasern abgeben, nach innen aber einen cölomähnlichen Hohlraum abgrenzen. Die Hypodermis ist in vier Längsstreifen nach innen zu verdickt; der dorsale und

ventrale heissen Median-, die lateralen Seitenlinien; jene Verdickungen teilen den Hautmuskelschlauch in vier Längsfelder. Im Cölom ist der Darm frei aufgehängt, dessen Vorderteil deutlich abgesetzt ist, ein oder zwei muskulose Anschwellungen besitzt und von einer festen Kutikula ausgekleidet ist; die Mundhöhle kann mit Stacheln und Zähnen bewaffnet sein; der After liegt vor dem Analpol (Fig. 126). Atmungs- und Kreislaufsorgane fehlen; als Nieren sind zwei in die Seitenlinien gelegte Kanäle zu betrachten, die vorn vereinigt durch einen Porus ausmünden. Vom Nerven-Schlundring aus verlaufen zwei starke Längsstränge in den Medianlinien; Augen besitzen nur freilebende Formen. Die getrenntgeschlechtlichen Genitalien liegen in der Leibeshöhle als ein bis zwei gewundene Röhren, die mit einem Leitungsweg ausmünden u. zw. beim Männchen neben dem After in eine gemeinsame Kloake, die mit zwei Begattungsorganen (Spikula) in Form elastischer, vorstreckbarer Chitinstäbe ausgestattet zu sein pflegt (Fig. 126), sowie öfters einer häutigen Glocke (Bursa), die über die Scheidenöffnung des Weibchens gedeckt wird (Fig. 127); diese liegt in der Mitte des Körpers. Die meisten Rundwürmer legen hartschalige Eier, Viviparie ist selten. Neben vorwiegender direkter Entwicklung kommt Metamorphose und Heterogonie vor. Die Nematoden können sich wegen der mangelnden Ringmuskeln nur durch Schnellen mit dem zusammengekrümmten Körper bewegen; Aufenthaltsort der freilebenden Formen ist Schlamm der süssen und salzigen Gewässer und feuchte Erde, während die sicher mit jenen durch Uebergänge verbundenen Schmarotzer in Pflanzen und Tieren hausen.

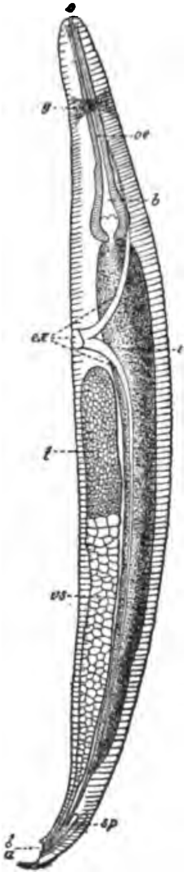


Fig. 126. Uebersicht der Organisation von *Oxyuris Diesingii*, Männchen, aus der Küchenschabe, *o* Mund, *oe* Oesophagus, *b* dessen Bulbus, *i* Darm, ♂ *a* After und männliche Genitalöffng., *g* Ganglienring, *ex* Exkretionskanäle, *t* Hoden, *vs* Samenblase, *sp* Tasche für das Spiculum (aus HATSCHEK).

Aus den zahlreichen Familien seien folgende Vertreter als Parasiten des Menschen und der Jagdtiere erwähnt: Spulwurm (*Ascaris lumbricoides* L.) oft in enormen Mengen im Dünndarm des Menschen und Hausschweines, bis 25 cm lang, sehr fruchtbar. *Ankylostoma duodenale* Dub., 1 cm lang, wandert durch die Haut ein und verursacht durch Saugen im Dünndarm Bleichsucht, die „Wurmkrankheit“ der Bergleute. *Trichina spiralis* Ow., Muskeltrichine, 1 mm lang, zwischen den Muskelfasern des Menschen, Schweines und in Ställen vorkommender Nagetiere in einer ovalen Kapsel eingeschlossen; wird trichinoses Schweinefleisch, ohne stark erhitzt zu sein, verzehrt, so gelangen die im Magen freigewordenen Würmer in den Dünndarm, wo sie sich sehr vermehren; die Jungen wandern durch Blutbahnen in die Muskelfasern ein, diese teilweise zerstörend und die schmerzhafte Trichinosis hervorrufend, bis sie sich nach Erlangung der Geschlechtsreife einkapseln und damit für den Wirt ihre Schädlichkeit verlieren. Lungenwurm (*Strongylus filaria* Sieb.), 5—10 cm lang, in den Bronchien und Lungen der Wiederkäuer, auch des Wildes, die schädliche Lungenwurmseuche verursachend. Gepaarter Luftröhrenwurm (*Syngamus trachealis* Sieb.), 1—2 cm lang, stets in Paarung zu finden (Fig. 128), in Hühnern und Fasanen.

An die Nematoden seien die *Acanthocephali*, Kratzer angeschlossen (Fig. 129). Nur Entoparasiten ohne Darm, Mund und After, unbewimpert; der längliche, drehrunde Körper vorn mit einem einstülpbaren, hakentragenden Rüssel, hinter dem ein Ganglion liegt; Leibeswand aus dicker Kutikula, zarter, von Lakunen durchzogener

Hypodermis, einer Ring- und Längsmuskelschicht; als Hilfsorgane der diosmotischen Ernährung ragen paarige, keulenförmige Wucherungen der Leibeswand (Lemnisci) in die Leibeshöhle. Beiderlei Genitalien der getrenntgeschlechtigen Tiere hängen an einem axial den Körper durchziehenden Gewebsstrange; ein Paar Hoden mündet durch paarige Samenleiter in einen Penis am Grunde einer endständigen Bursa; das abgesonderte Ovarium zerfällt in Eier, die in der Leibeshöhle flottieren, herangereift aber von dem glockenförmigen Anfangsteile des Uterus aufgefangen und entleert werden. Entwicklung eine Metamorphose mit Wirtswechsel; die Erwachsenen im Darme von Wirbeltieren, mit deren Kot die Eier nach aussen gelangen und von Arthropoden gefressen werden. Die Larven entwickeln sich in deren Leibeshöhle zu jungen Kratzern, werden aber erst im Endwirte geschlechtsreif, der den Zwischenwirt frisst. — **Riesenkratzer** (*Echinorhynchus gigas* Goeze), bis 65 cm lang, im Schwein, Larve im Engerling.

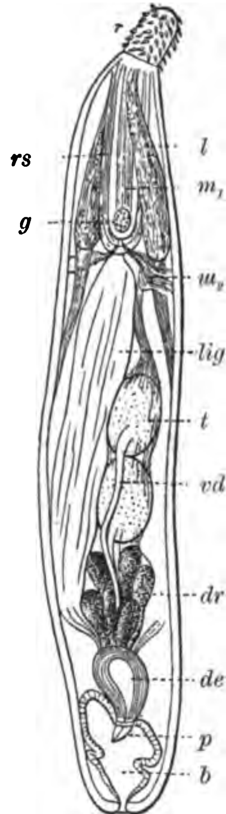


Fig. 129. *Echinorhynchus angustatus* ♂; *r* Rüssel, *rs* Rüsselscheide, *g* Ganglien, *l* Lemniscen, m_1 Retraktor des Rüssels, m_2 dgl. der Rüsselscheide, *lg* axiales Ligament, *t* Hoden, *vd* Samenleiter, *dr* Drüsen (Prostata), *de* Ductus ejaculatorius, *p* Penis, *b* vorstülpbare Bursa copulatrix (nach LEUCKART a. HATSCHEK).

§ 55. 5. Kl. **Annelida.** Ringelwürmer.

Meist homonom metamerische Hohlwürmer mit echtem, gekammertem Cölom, getrenntem Hirn und Bauchmark, Blutgefässsystem und segmentalen Nephridien.

1. Ordn. **Chaetopoda.** Borstenwürmer.

Ringelwürmer mit äusserer und innerer Gliederung und segmentalen Borstenbündeln in der Haut. — Integument aus Kutikula und Hypodermis, in Ringel gegliedert (Fig. 56); auf den Ringeln stehen Gruppen von steifen Borsten als Erzeugnisse von Hautdrüsen, durch Verbindung mit Hautmuskeln beweglich, öfters auf segmentalen Ausstülpungen, den Fussstummeln (Parapodien), angebracht. Hautmuskelschlauch aus Ring- und Längsfasern, letztere wie bei den Nematoden gefeldert. Cölom mit Epithel ausgekleidet und durch quere Scheidewände (Dissepimente) gekammert; diese Teilung überträgt sich auf Hautmuskelschlauch, Bauchmark und Nieren. Der Darm durchzieht den ganzen langgestreckt-zylindrischen Körper, mit Mund, muskulosem Schlund und After. Blutgefässe als geschlossene Bahnen, wesentlich aus einem Längsgefäss über und einem solchen unter dem Darm nebst segmentalen Querverbindungen bestehend; Blutserum oft durch Hämoglobin rotgefärbt Nieren als Segmentalorgane (S. 51) ausgebildet, Nervensystem aus Gehirn, Schlundring und zwei Längssträngen (Bauchmark) mit segmentalen Ganglien, durch Kommissuren verbunden (Fig. 74), Fortpflanzung gelegentlich durch Querteilung, unter Regeneration der den



Fig. 127. Bursa copulatrix des Männchens von *Sclerostomum* (nach LEUCKART aus HATSCHEK).



Fig. 128. ♂ u. ♀ von *Syngamus trachealis* in Begattung, links das ♂, rechts das ♀; vergrössert (aus LEUNIS).

Stücken fehlenden Körperteile, auch mit Stockbildung, sonst teils zweigeschlechtlich, teils zwittrig. Entwicklung direkt oder mit Metamorphose; bei letzterer sehr bezeichnend die Larvenform der Trochophora: von rhomboedrischer Gestalt wird ihr Körper von zwei horizontalen Wimperkränzen eingefasst, einem vor dem Munde verlaufenden (präoralen) aus zwei Zellreihen und einem postoralen schwächeren einreihigen. Der Körper liefert wesentlich den Kopf des fertigen Wurmes, während der Rumpf in der Weise entsteht, dass der Endabschnitt des Larvenkörpers in die Länge wächst und die Metameren von vorn nach hinten abgliedert. Teils Wasser-, teils im Boden wühlende Landtiere, selten Parasiten.

1. Unterordn. **Polychaeta.** Meeresborstenwürmer.

Getrenntgeschlechtliche Borstenwürmer mit vielseitig ausgebildeten Borstenbündeln und Parapodien zur Bewegung, Atmung und Sinneswahrnehmung am Kopfe und Rumpfe. Entwicklung durch Metamorphose. Entweder freischwimmende räuberische oder in ausgeschiedenen Röhren festsitzende, von einzelligen Algen lebende Meerestiere.

2. Unterordn. **Oligochaeta.**

Zwittrige Borstenwürmer mit wenigen Borsten, ohne sonstige Körperanhänge; Wasser- und Landbewohner. Kopf nicht gesondert, ohne Augen. Die wenigen Borsten in Bündel gestellt; Parapodien und Atmungsorgane fehlen. Darm in verschiedene Abschnitte (Schlundkopf, Speiseröhre, Muskelmagen) geteilt. Keimdrüsen mit Leitungswegen, Samenblasen und -taschen. Wechselseitige Begattung; hierbei wird aus mehreren verdickten Ringeln der Genitalgegend (Klitellum) ein beide Tiere umschliessender Schleimgürtel abgeschieden. Eier oft in Kokons eingeschlossen; Entwicklung direkt. — Fam. *Lumbricidae*, Regenwürmer. Bohren Röhren in der humosen Erde, verzehren ausser verwesten Pflanzenstoffen auch jene, um ihr die organischen Bestandteile zu entziehen; und setzen den Kot oberirdisch ab; ihr Treiben befördert die Lockerung, Durchlüftung und Durchfeuchtung der oberen Bodenschicht, trägt also zur Bodenverbesserung für den Pflanzenwuchs bei.

2. Ordn. **Hirudinea.** Egel.

Zwittrige Ringelwürmer ohne äussere Metamerie, Borsten oder Parapodien, mit Mundsaugnapf und endständiger Saugscheibe; im Meer und Süsswasser. Körper rund oder abgeflacht, in zahlreiche, ganz kurze, der inneren Segmentierung nicht entsprechende Ringel geteilt. Um den Mund ein kräftiger Saugnapf, die Endscheibe hinter dem After; durch abwechselndes Ansaugen mit dazwischenliegendem Strecken und Zusammenziehen des Körpers findet die Ortsbewegung statt. Cölom durch Wucherung des Füllgewebes bis auf spaltenartige Reste unterdrückt, ebenso die Metamerie der Muskulatur. Am Schlunde entweder ein vorstülpbarer Rüssel oder in der Mundhöhle drei gezähnelte, chitinige Kiefer, die sägeartig beweglich sind. Mitteldarm mit grossen Seitentaschen. Das Blut kreist in den Cölomresten, die sich zu Gefässstämmen vereinigen können. Segmentalorgane vor der Mündung mit blasigen Anhängen. Am Kopfende mehrere Paare Augen. Hoden in segmental gereihten Paaren, Samenleiter zu einem ausstülpbaren Penis vereinigt; zwei Eierstöcke mit Leitungsgängen. Eier in Kokons, Entwicklung direkt. Die Meeresegel sind Aussenschmarotzer, die des Süsswassers zeigen alle Uebergänge von der räuberischen zur ektoparasitischen Lebensweise. — Fam. *Rhynchobdellidae*, Rüsselegel. Mit vorstreckbarem Rüssel. *Piscicola piscium* (Roes.), Fischegel. Oft in Menge auf Haut und Kiemen der Süsswasserfische. Fam. *Gnatho-*

bdellidae, Kieferegel. Mit Kieferzähnen. *Hirudo medicinalis*, gemeiner Blutegel. Saugt in der Jugend das Blut von Wasserinsekten, dann an Fröschen, endlich, um geschlechtsreif zu werden, an Warmblütern; Gerinnen des aus der Bisswunde dringenden Blutes durch das Sekret besonderer Munddrüsen verhindert. *Branchiobdella astaci* an Kiemen und Gelenkhäuten des Flusskrebses.

§ 56. 6. Kl. **Bryozoa.** Moostierchen.

Kleine, meist festsitzende, stockbildende und polypenähnliche Bilateraltiere, ungegliedert; mit kreis- oder hufeisenförmigem Tentakelkranze, einer kutikularen Gehäuseausscheidung, geräumiger Cölomhöhle und Darm; ohne Blutgefässe und teilweise ohne besondere Harnorgane; Nervensystem aus einem Bauchganglion mit Abzweigungen bestehend; Fortpflanzung zwittrig, sowie durch Knospen, die teils äusserlich, teils innerlich („Statoblasten") hervorgebracht werden. Sie bilden durch ihre vielverzweigten Stöcke moosähnliche grüne Rasen im Meere und Süsswasser auf dem Boden, an Steinen etc.

§ 57. 7. Kl. **Rotatoria.** Rädertiere (Fig. 130).

Mikroskopisch kleine Würmer, von verschieden starker Gliederung, mit einziehbaren Wimperkreisen (Räderapparat) vor oder hinter dem Munde zum Ortswechsel und Heranstrudeln von Atemwasser und Nahrung; Hinterende mit einer Haltezange zum Anheften; Körpermitte von einer Chitinkutikula umgeben; Darm mit zwei Kiefern im Schlunde, Speichel- und Mitteldarmdrüsen, meist auch mit Afterkloake; zwei Segmentalorgane in der weiten Leibeshöhle, in eine Blase mündend; Nervensystem als Cerebralganglion und Längsnervenpaare, neben Tastorganen ein bis zwei dem ersteren anliegende Augen. Hoden gewöhnlich einfach, Samenleiter für sich mündend; Eierstock meist unpaar, mit und ohne Eileiter. Da die kleinen darmlosen Männchen selten sind, ist die Fortpflanzung grossenteils agam; Eier im Sommer dünn-, im Herbst dickschalig; die letzteren ruhen als Dauereier über Winter. Entwicklung meistens direkt. Die Rotatorien bewohnen vorwiegend das Süsswasser, freischwimmend oder angeheftet, einige parasitisch; sie vermögen in ihre Chitinkapsel zurückgezogen längere Zeit der Austrocknung zu widerstehen. Sie stellen einen nicht unbedeutenden Anteil an der Naturnahrung der Fischbrut.

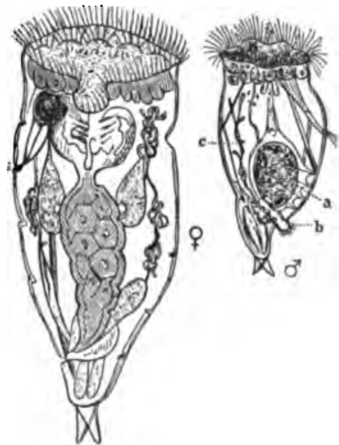


Fig. 130. ♂ u. ♀ von *Hydatina senta* 100/1. *a* Hoden, *b* Begattungsorgan, *c* linker Exkretionskanal des ♂ (aus LEUNIS).

5. Stamm. **Arthropoda.** Gliederfüssler.

§ 58. Allgemeines. Meist Heteronom gegliederte Bilateralia, mit chitinigem Aussenskelett, metamer zerlegtem Hautmuskelschlauche und paarig angeordneten, bauchständigen, gegliederten Anhängender Segmente oder Gliedmassen.

Die Organisation der Gliederfüssler zeigt gegenüber den Borstenwürmern einen ausserordentlichen Fortschritt in der Ausbildung paariger gegliederter Extremitäten, d. h. mehrfach geknickter Hebel, die den langen Rumpf vom Boden aufheben, also die Reibung mit diesem weitgehend vermindern, zugleich eine weit vielseitigere Bewegung in allen Medien erlauben, sodass die Arthropoden wasser- und landbewohnende, unter-

irdische und fliegende Geschöpfe unter sich zählen. Auch sind die Gliedmassen so anpassungsfähig, dass sie ausserdem zu Organen des Nahrungserwerbes, der Atmung und Fortpflanzung werden, ja die Ausübung von Kunsttrieben ermöglichen. Ihre Ausbildung als geknickte Stäbe war nur ermöglicht durch das Entstehen des Aussenskeletts, das ihren Muskelsträngen die festen Ansatzpunkte bot und der Gliederung jener durch Gelenkbildung folgte. Das Aussenskelett ist eine Chitinkutikula, erzeugt von dem als Hypodermis oder Matrix wirkenden Epithel; sie wird schichtenweise aufgelagert und kann durch Aufnahme von Kalksalzen zu einem steinharten Hautpanzer werden, immer aber mit weichbleibenden Stellen (Gelenkhäuten) zwischen den Segmenten. Wimpern finden sich nirgends mehr. Um den Weichteilen das Wachstum zu ermöglichen, wird die Kutikula von Zeit zu Zeit, namentlich aber in der Jugend, als Ganzes abgeworfen und wieder erneuert. Mit der Vielseitigkeit der übernommenen Lebensverrichtungen geht einerseits der gruppenweise Zusammenschluss von mehreren Segmenten, also Heteronomie, Hand in Hand, andrerseits die Umbildung von Gliedmassenpaaren für bestimmte Leistung.

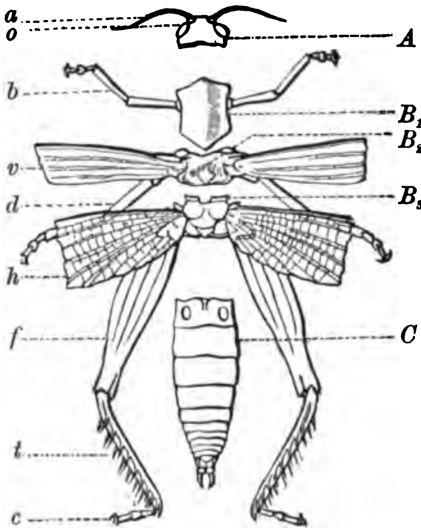


Fig. 131. Die Regionen des Arthropodenkörpers. A Kopf, B Brust, B_1 Vorder-, B_2 Mittel-, B_3 Hinterbrust, C Hinterleib, a Fühler, o Auge, b erstes, d zweites Beinpaar, f Femur, t Tibia, c Tarsus des dritten Beinpaares, v Vorder-, h Hinterflügel (aus WOSSIDLO).

Die Heteronomie (Fig. 131) des Arthropodenkörpers tritt i. A. in der Bildung von drei Körperabschnitten zutage: Kopf, Brust und Hinterleib. Der Kopf besteht aus verschmolzenen Segmenten, umschliesst das Gehirn, trägt die Mundöffnung und die zum Nahrungserwerb dienenden Gliedmassen. Die Brust (Thorax) ist zwar manchmal, z. B. bei Krebsen und Spinnentieren, nicht vom Kopf abgesetzt, aber stets durch den Besitz der eigentlichen Gliedmassen für Bewegung bezeichnet. Der Hinterleib (Abdomen) besteht gewöhnlich unter allen drei Leibesregionen aus den meisten Ringeln und ist häufig gliedmassenlos, sonst mit Extremitäten versehen, die wesentlich der Atmung und Fortpflanzung unterstellt sind.

Die gesamte Muskulatur ist quergestreift. Da die Cölomwände teils verschwunden, teils in Füllgewebe, Muskeln und Bindesubstanz umgewandelt sind, besitzen die Gliederfüssler keine echte Leibeshöhle, sondern nur eine scheinbare, nachträglich aus grossen Spalträumen zwischen den inneren Organen hervorgegangene. Letztere sind stets so gelagert, dass dorsal das Zentrum des Kreislaufes liegt, dann nach unten der Darm und die Geschlechtsorgane folgen, und ventral das Bauchmark sich hinzieht (Fig. 160). Aus jenen Lakunen geht auch das Blutgefässsystem hervor, dessen ursprüngliches Zentrum ein metamer gekammertes Rückengefäss mit entsprechenden paarigen, durch Klappen verschliessbaren Seitenspalten ist (Fig. 61); es kann einkammrig werden (Fig. 134) oder auch ganz verschwinden, wie bei vielen Krebsen. Immer ist das Herz von einem Perikardialsinus umgeben, enthält farbloses oder gefärbtes, zellenhaltiges Blut, das nur streckenweise in besonderen Gefässen gefasst wird, im übrigen aber die Lakunen des Füllgewebes durchströmt, sodass Blut- und Leibeshöhlenflüssigkeit dasselbe sind. Die Ausbildung eigener Gefässe ist abhängig von der Verbreitung der Atmung: ist diese als Haut- oder Tracheenatmung weit aus-

gebreitet wie bei dem Unterstamm der *Tracheata* (Tausendfüsser, Insekten), so unterbleibt jene fast ganz, während bei der örtlich eingeschränkten Kiemenatmung und davon abgeleiteten Einrichtungen, bei Krebs- und Spinnentieren *(Branchiata)*, der lokal eintretende Sauerstoff auch den entferntesten Körperteilen durch ein ausgebreitetes Gefässnetz zugeführt werden muss. Da ferner im ersteren Falle der Gaswechsel in den Geweben selber stattfindet, so ist das Blut nicht Träger der Atemgase, also weder arteriell noch venos, im anderen Falle in die Respirationswerkzeuge eintretend venos, im Herzen arteriell.

Ein selbst bei den meisten Parasiten wohl ausgebildeter Darm trägt mannigfaltige Anhangsdrüsen. Nephridien besitzen nur die Branchiaten, während sie bei den Tracheaten durch Malpighische Gefässe ersetzt sind. Im Nervensystem tritt die Angliederung massiger Ganglien der Kopfsinnesorgane (Augen, Fühler) an das Gehirn sehr zutage; vom Schlundringe erstrecken sich durch den Körper zwei Nervenstränge als Bauchmark, deren metamere Ganglienknoten in ihrer Zahl und Verteilung engen Anschluss an die wechselnde äussere Heteronomie zeigen (Fig. 75). Alle unterscheidbaren Arten von Sinnesorganen sind nachweisbar: Tastwerkzeuge durch Tasthaare, die Sehorgane durch immer kopfständige einfache und zusammengesetzte Augen, ferner Geruchs-, Geschmacks-, Gehör- und statische Organe. Den Geschlechtsorganen kommt stets nur ein Paar Keimdrüsen zu.

Zur systematischen Einteilung der Arthropoden dient in erster Linie die nach zwei morphologischen Richtungen laufende Einrichtung der Atmungswerkzeuge und ihr ganz entsprechend die Verschmelzung oder Trennung von Kopf- und Brustabschnitt, während die weitere Einteilung in Klassen sich wesentlich auf die Anzahl der Beinpaare und ihr Vorkommen an den Körperabschnitten stützt.

1. Unterstamm. **Branchiata.** Kiemenatmer.

Durch Kiemen oder von Kiemen abzuleitende Organe (Pseudotracheen) atmende Gliederfüssler mit verschmolzenem Kopf- und Brustabschnitte (Cephalothorax) und grosser Mitteldarmdrüse (Leber).

§ 59. 1. Kl. **Crustacea.** Krebse.

Wasserbewohnende, durch die Haut oder durch Kiemen atmende Gliederfüssler mit zwei Antennenpaaren und zweiästigen Beinen, die an allen Ringeln vorkommen können. Der Chitinpanzer ist vielfach durch Kalkeinlagerung verstärkt („Krustentiere"). Die stark heteronome Gliederung zeigt sich zunächst in dem Verschmelzen der fünf ersten Segmente zum Kopfe, der aber selber meistens mit dem Brustabschnitte zum Kopfbruststück (Cephalothorax) verschmilzt (Fig. 137); der Hinterleib ist meist homonom segmentiert. Das Kopfbruststück kann bisweilen, z. B. bei den Muschelkrebsen (Fig. 135), eine Hautverdopplung tragen, die als ein- oder zweiklappige Schale das Tier ganz oder teilweise bedeckt. Alle Gliedmassen, mit Ausnahme des 1. Antennenpaares, lassen sich auf die zweiästige Beinform zurückführen (Fig. 132). An dieser unterscheidet man einen zweigliedrigen Stamm (Protopodit), einen dessen Fortsetzung bildenden Innenast (Endopodit) und einen am 2. Stammgliede entspringenden Aussenast (Exopodit); weitere als Kiemen dienende äussere Anhänge des Stammes heissen Kiemenäste (Epipoditen). An dieser auf die Ortsbewegung zurückgehenden Grundform der Füsse hat die Arbeitsteilung vielfache Umformungen bewirkt: die beiden ersten

Paare, die niederen Krebsen (Fig. 134, 136) noch zum Rudern dienen, wurden zur 1. und 2. Antenne als Träger von Sinneswerkzeugen, die weiteren drei Paare der ursprünglichen fünf Kopfringel als Vorder-, Mittel- und Hinterkiefer zu Kauwerkzeugen; auch die vordersten Paare der Brustfüsse treten oft noch in den Dienst der Nahrungsaufnahme und rücken dabei weit nach vorn als Kieferfüsse (Maxillipeden); die Epipoditen sämtlicher Brustfüsse aber pflegen Kiemen zu tragen, während die hinteren Paare zum Rudern oder Gehen dienen. Wenn letztere Benutzung in den Vordergrund tritt, so pflegt Rückbildung der Exopoditen, aber auch Neubildung von endständigen Scheeren (Fig. 137) einzutreten. Die Abdominalbeine oder Pleopoden sind meist klein und bei der Atmung oder Fortpflanzung benutzt. An dem gradlinig durch den Körper verlaufenden Darm ist das Ende des Schlundes wohl zu einem Kaumagen, mit inneren beweglichen Zähnen, umgestaltet; der Anfang des Mitteldarms wird durch eine schlauchförmige Anhangsdrüse, die Leber, besser Hepatopankreas, bezeichnet. Für die Ausbildung des Blutgefässsystemes ist die Einrichtung der Atmung massgebend, sodass kleine, dünnhäutige, zur Hautatmung befähigte Formen höchstens das einkammrige Herz ohne Blutgefässe besitzen, während sich an Kiemenatmung die Ausbildung eines solchen knüpft. Die beiden Paare Nephridien kommen selten gleichzeitig vor; das erste (Antennendrüse) — mehr den höheren Krebsen eigen — mündet am Grunde der zweiten Antenne, das andere (Schalendrüse), bei niederen Krustern verbreitet, am Hinterkiefer. Am typischen Bau des Nervensystems rufen die Grösse und Beanspruchung der vom Bauchmark innervierten Gliedmassen Abänderungen hervor, in der Art, dass sich meistens die Ganglien der Kiefer- und Brustregion vergrössern und einander nähern; das Gehirn gewinnt an Masse durch die herangerückten grossen Ganglien der Augen und des 2. Antennenpaares. Vorhandene Netzaugen können auf beweglichen Abschnürungen des Kopfes stehen (Stielaugen). Die getrennten — nur bei Parasiten zwittrigen — Geschlechtsorgane münden an der Grenze von Brust und Hinterleib; mit umgewandelten Pleopoden (Fig. 137) können Spermatophoren oder abgelegte Eier getragen werden. Die Entwicklung ist meist mit Metamorphose verbunden, wofür die Larvenform des Nauplius (Fig. 133) bezeichnend ist; sie hat nur drei Gliedmassenpaare, die, zuerst nur Ruderfüsse, später der 1. und 2. Antenne und dem Vorderkiefer entsprechen, an dem ovalen Leibe, an dem sich allmählich von vorn nach hinten die Metameren ausbilden.

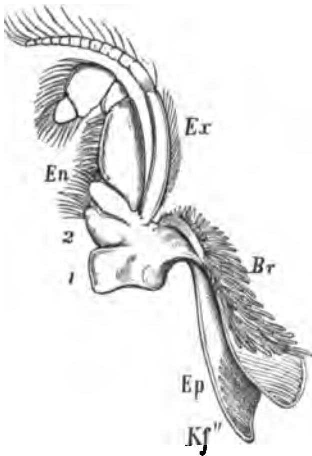


Fig. 132. Zweiter Kieferfuss des Flusskrebses. *En* Endopodit, *Ep* Epipodit, *Br* dessen Kieme, *1*, *2* die Glieder des Stammes (aus CLAUS-GROBBEN).



Fig. 133. Nauplius-Larve eines Copepoden (*Cyclops*), *a¹*, *a²*, *b* die 3 Gliedmassenpaare; *a¹* wird zum ersten; *a²* zum zweiten Fühlerpaare; *b* zu den Vorderkiefern (aus LEUNIS).

Von den nachstehenden Ordnungen sind die ersten vier als solche von mehr ursprünglicher Bildung zu betrachten; dabei schwanken Zahl und Bildung ihrer Segmente und Gliedmassen beständig in weiten Grenzen; Rückenschild, Herz, Netzaugen und Kiemen sind bald vorhanden, bald fehlt eins dieser Merkmale; nur die Schalendrüse ist stets vorhanden und die Entwicklung durchläuft die Naupliusstufe. Da sie den stärksten Anteil am sogenannten Plankton stellen, sind viele Arten für die natürliche Ernährung der Meeres- und Binnenfische höchst wichtig.

1. Ordn. **Phyllopoda**, Blattfüsser.

Mit blattartigen, kaum gegliederten Beinen, verkümmerten Kiefern, fusslosem Abdomen und meist mit Rückenschild. Hierher die Wasserflöhe *(Cladocera)*, mit wenigen Segmenten, zweiklappiger, den Kopf freilassender Schale und als starke Ruderwerkzeuge geformten 2. Antennen; Brustfüsse nur zum Wasserwechsel dienend; Netzaugen zu einem mittleren, von der Haut überdeckten Auge geworden; Herz sack-

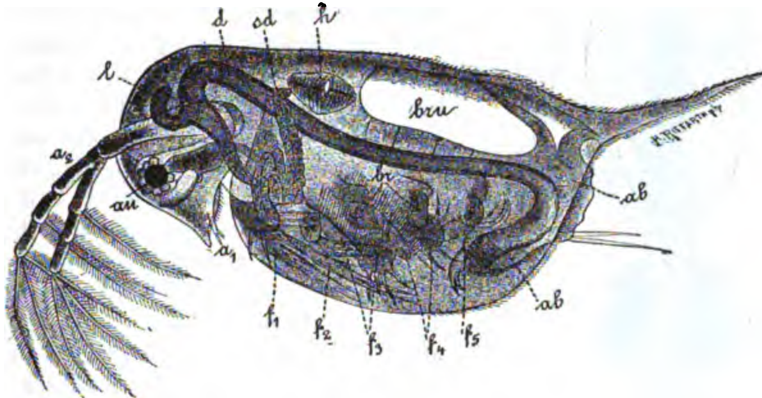


Fig. 134. *Daphnia similis*, junges Weibchen. a_1 Antennula, a_2 zweite (Ruder-)Antenne, *l* Leberblindsack. *au* Auge, *d* Darm, *sd* Schalendrüse, *h* Herz, *bru* Brutraum, *ab* Abdomen, *br* Kiemensäckchen, f_1—f_5 Rumpffüsse, *g* Gehirn (nach CLAUS aus Lang).

förmig, ohne Gefässe (Fig. 134). Die Eier entwickeln sich in einem Brutraume zwischen Schale und Rücken, u. zw. werden die zur Ueberwinterung bestimmten Dauereier mit verdickten Teilen der Rückenhaut (Sattel, Ephippium) als schützender Bekleidung umgeben und abgelegt.

2. Ordn. **Ostracoda**, Muschelkrebse.

Kleine, ungegliederte Krebstiere, ganz in eine zweiklappige Schale eingeschlossen; nur sieben Gliedmassenpaare, worunter die zweiten Antennen beinartig, und nur zwei Brustfüsse (Fig. 135).

3. Ordn. **Copepoda**, Ruderfüsser.

Körper gestreckt, meist wohlgegliedert, ohne Schale; 1. Antenne als Bewegungswerkzeug ausgebildet; fünf typische Brustfüsse; Kopf und 1. Brustsegment zum Ce-

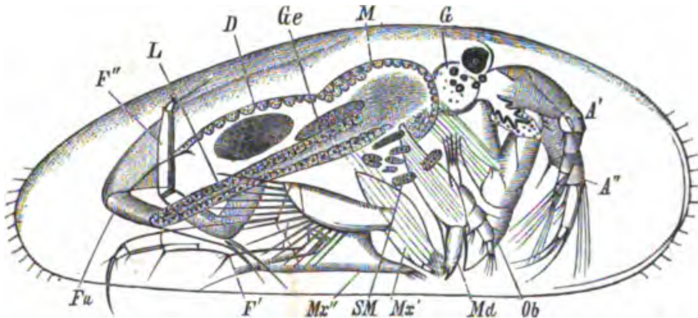


Fig. 135. Noch nicht geschlechtsreifes *Cypris*-Weibchen nach Entfernung der rechten Schalenklappe. *A'*, *A''* die Antennen des 1. und 2. Paares, *Ob* Oberlippe, *Md* Mandibel mit beinartigem Taster, *Mx'*, *Mx''* die Maxillen des 1. und 2. Paares, *F'* Kriechfuss, *F''* Putzfuss, *Fu* Gabel, *G* Gehirnganglion mit dem unpaaren Auge, vor demselben die Antennendrüse, *SM* Schalenmuskel, *M* Magen, *D* Darm, *L* Leberschlauch, *Ge* Genitalanlage (aus CLAUS).

phalothorax verschmolzen; Hinterleib fusslos, in eine Gabel auslaufend; Kiemen, Netz-

augen und meistens auch das Herz fehlen; die Eier werden in zwei Schläuchen vereinigt vom Weibchen am Hinterleibe getragen (Fig. 136). Manche Formen haben durch Schmarotzertum weitgehende Umbildungen, ja Rückbildungen bis zu völliger Unähnlichkeit mit Krebsen erfahren (Fig. 109); hierher gehören die sog. Fisch- und Karpfenläuse (*Achtheres*, *Argulus*).

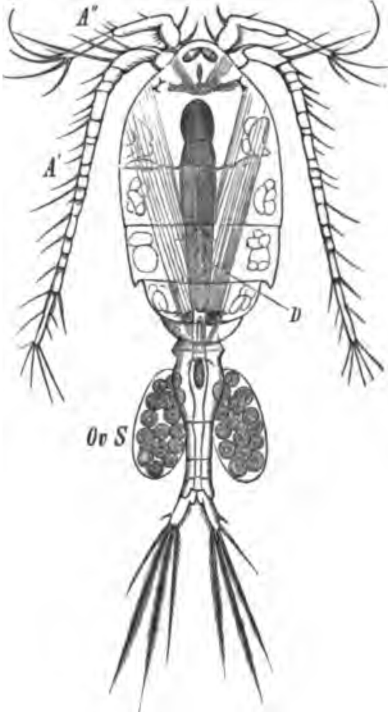


Fig. 136. Weibchen von *Cyclops fuscus*, von der Rückenseite. *A'*, *A''* die 1. und 2. Antenne, *D* Darm, *OvS* Eiersäckchen (aus CLAUS).

Bei den übrigen Ordnungen ist der Körper regelmässig in 20 Segmente, davon 13 zum Cephalothorax und 7 zum Abdomen gehörige, gegliedert, von denen alle mit Ausnahme des letzten, plattenförmigen (Telson) Gliedmassen, also zusammen 19 Paare, tragen; der sonstige Bau weist zusammengesetzte Augen, Herz und Kiemen, meist auch die Antennendrüse auf; in der Larvenentwicklung wird der Nauplius nicht beobachtet. Erwähnt seien aus der Ordn. *Arthrostraca*, Ringelkrebse, die *Isopoda*, Asseln, plattgedrückte Kruster mit einem nur 6gliedrigen Kopfbruststücke, während die 7 übrigen Brustringel freibleiben. Das Herz liegt hinten im Abdomen und hat 2—4 unsymmetrische Spalten. Zu Landformen sind unsere Mauerasseln geworden, da ihre Kiemen durch kleine Deckel vor dem Vertrocknen geschützt sind.

4. Ordn. **Thoracostraca**, Schalenkrebse.

Die Ordnung der Schalenkrebse hat ein stark entwickeltes, schalenartiges Rückenschild, das die meisten Brustringe in sich einschliesst, und Stielaugen. Bei der Unterordnung *Decapoda*, Zehnfüsserkrebse, die unser Flusskrebs verkörpern mag, umfasst das sehr harte Rückenschild alle Brustringe, deren Füsse ausser drei Paar Kieferfüssen fünf Paar kräftige siebengliedrige Gangbeine bilden (Fig. 137); sie enden häufig mit einer Schere und tragen an den Basalgliedern die grossen kammförmigen Kiemen, die unter den Flanken des Rückenschildes gedeckt liegen (Fig. 62). Von den 6 Paar Pleopoden ist das letzte flossenartig verbreitert (Fig. 137) und bildet mit dem abgeplatteten Telson die Schwanzflosse; die beiden ersten sind beim Männchen zu stielförmigen Begattungsorganen umgebildet, während die fünf ersten dem Weibchen zum Tragen der Eierballen dienen. In der Wand des Kaumagens entstehen vor der Häutung zwei Kalkkonkretionen („Krebssteine"), die dem neu auszuscheidenden Hautpanzer den Mineralstoff liefern. Die grosse Leber aus zahlreichen Schläuchen bestehend. Die sechs vorderen Bauchmarkknoten verschmolzen; am Grunde der ersten Antennen ein statisches Organ. Keimdrüsen paarig, aber miteinander verwachsen; Mündung der Samenleiter am Grunde des dritten, der Eileiter am letzten Gangbeinpaare. Entwicklung nur beim Flusskrebs direkt, sonst mit verschiedenen Larvenformen, unter denen das der Zoëa (Fig. 138) mit 7 Gliedmassenpaaren am Vorderleibe stets wiederkehrt.

§ 60. 2. Kl. **Arachnoidea.** Spinnentiere.

Durch innere Lufträume atmende Gliederfüssler mit 6 Paar

Gliedmassen am Cephalothorax und gliedmassenlosem Hinterleibe. Das Kopfbruststück und der Hinterleib sind bisweilen gegliedert, das erste Beinpaar dient beim Mangel aller eigentlichen Fühler als Kieferfühler (Cheliceren) zum Ergreifen und Töten der Beute, das zweite, am Grunde mit einer Kaulade versehene als Kiefertaster (Pedipalpen) bald als Greif-, bald als Kau-, Tast- oder Gehwerkzeug (Fig. 140); die Kiefertaster enden entweder klauenlos oder als „Klauentaster" mit einer Klaue, als „Scherentaster" (z. B. Skorpione) mit einer Schere. Gliedmassenreste kann auch das Abdomen tragen. Der Darm, aus Schlund, Magendarm mit grossem Hepatopankreas und Enddarm bestehend, trägt am Ende des Mittel-

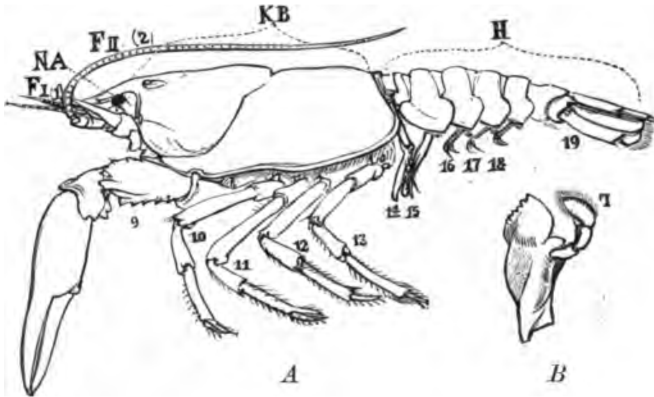


Fig. 137. *A* Männlicher Flusskrebs. *KB* Kopfbruststück, *H* Hinterleib, NA gestieltes Netzauge, F I mit zwei Geisseln versehener, vorderer Fühler (1. Gliedmassenpaar), F II eingeisseliger hinterer Fühler (2. Gliedmassenpaar). Das 3.—8. Gliedmassenpaar, Kiefer und Kieferfüsse darstellend, ist in dieser Ansicht nicht darstellbar. 9—13 die fünf Paar Gangbeine, von denen das erste zu den grossen Scheren modifiziert ist, 14—19 die sechs Paar Gliedmassen des Hinterleibes, von denen 14 und 15 zu Begattungsorganen und 19 zu Seitenteilen der Schwanzflosse umgebildet sind. — *B* Der Taster tragende Oberkiefer (3. Gliedmassenpaar), T Taster. 1/1. (aus NITSCHE).

darms röhrenförmige der Exkretion dienende Anhänge, die den Malpighischen Gefässen der Insekten ähneln, ihnen aber nur analog sind; Reste von echten Nephridien sind als „Koxaldrüsen" in den Brustseiten mit Ausmündung am Hüftgliede des 1. oder 3. Brustfusses zu finden. Als Atmungsorgane dienen einmal Fächertracheen („Lungen"), segmentale Einstülpungen unter dem Abdomen in 1 bis 4 Paaren mit Stigmen als Oeffnungen; den Hohlraum füllen zahlreiche, an der ventralen Wand festgewachsene Blätter aus, in denen die Atmungsgefässe verlaufen (Fig. 142). Diese Organe sind als umgewandelte Kiemen anzusehen. Als weitere Umbildungen der Lungen können andrerseits die den Insektentracheen analogen Pseudotracheen gelten, die sich mehr oder weniger tief in den Körper einsenken. Der verschiedenen Ausbreitung der Respiration entspricht auch die Ausdehnung der Blutgefässe — zu vorhandenen Lungen gehört ein reicher verzweigtes, zu Atemröhren ein beschränktes Gefässsystem. Vom Zentralnervensystem legt sich das 1. Bauchganglienpaar eng an das Hirn an, die übrigen verschmelzen untereinander; von Augen sitzen zwei grössere Mittelaugen und 2—5 Paar Seitenaugen auf dem Kopfbruststück. Die Genitalien der getrenntgeschlechtlichen Spinnentiere münden am Anfange des Hinterleibs; die Ent-

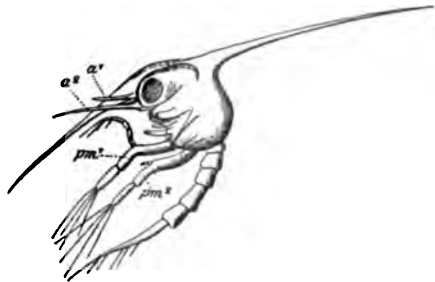


Fig. 138. Zoëa-Larve einer Krabbe; vergrössert. a^1 erster, a^2 zweiter Fühler; pm^1 erster, pm^2 zweiter Kieferfuss (aus LEUNIS).

wicklung ist bei einigen Ordnungen direkt, bei anderen eine umständliche Metamorphose.

1. Ordn. **Araneida,** Spinnen. (Fig. 139.)

Hinterleib angeschwollen, ungegliedert, am Grunde stilartig verdünnt. Kieferfühler mit klauenförmig einschlagbarem Endglied, wo eine Giftdrüse mündet, Kiefertaster mehrgliedrig, beinartig (Fig. 140), das Endglied beim Männchen löffelähnlich als Spermatophorenträger gebildet. Die 4 langen Beinpaare enden mit Klauen von verschiedenerlei zierlicher Bildung, die beim Herstellen und Belaufen der Gespinste dienen; beim Anfertigen des Spinnfadens dient auch das sog. Calamistrum, eine Borstenreihe am Ende des Beines (Fig. 140). Fächertracheen entweder in zwei Paaren oder in nur einem und dann ausserdem Pseudotracheen (Fg. 142).

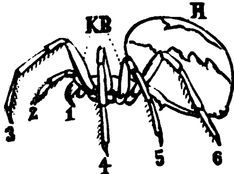


Fig. 139. Kreuzspinne, *Epeira diadema* L. 1/1. KB Kopfbruststück oder Cephalothorax, H Hinterleib, 1—6 die sechs Gliedmassen des Cephalothorax, 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, 3—6 die vier Beinpaare (aus NITSCHE).



Fig. 140. *Dysdera erythrina* von der Bauchseite. *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *K* Kieferlade, *P* Lungen, *St* deren Stigmen, *St'* hintere Stigmen, die in die Tracheen führen, *G* Geschlechtsöffnung, *Sp* Spinnwarzen (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

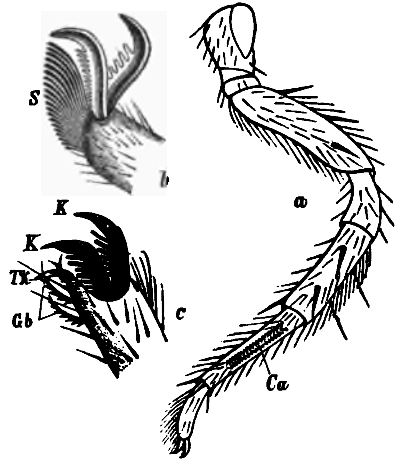


Fig. 141. *a* Bein einer Spinne mit Calamistrum *Ca*. *b* Fussende von *Philaeus* mit zwei Klauen und aus Spatelhaaren bestehendem Pinsel *S*, *c* Fussende der Kreuzspinne, *K* Webeklauen, *Tk* Trittklaue, *Gb* gezahnte Borsten (nach HERMAN aus CLAUS-GROBBEN).

Am Ende des Hinterleibs Spinnwarzen, aus deren Mündungen der Saft von Spinndrüsen austritt; zu Fäden erhärtet wird er zum Bau der Wohn- und Fangnetze und zur Umhüllung der Eier verwandt. Augen zu 6—8 auf dem Kopfabschnitte in mehrere Querreihen angeordnet. Die Spinnen sind echte Landtiere, nur wenige nachträglich ins Süsswasser ausgewandert.

2. Ordn. **Acarina,** Milben (Fig. 143 A).

Kopfbruststück mit dem kurzen ungegliederten Hinterleibe zu einem runden oder ovalen Ganzen verschmolzen. Mundbeine, je nachdem sie zum Beissen, Stechen oder Saugen benutzt werden, gemodelt, demnach die Kieferfühler klauen-, scheren- oder stilettförmig, während die Kiefertaster jene als Saugrüssel umfassen können. Die ebenfalls der Funktion des Laufens, Schwimmens, Anklammerns angepassten vier Beine endigen meist mit zwei Klauen oder geknöpften Hafthaaren. Darm oft mit blinddarmähnlichen Anhängen und Exkretionsgefässen. Das selten vorhandene Herz kurz, sackähnlich, zweispaltig. Pseudotracheen von einem Paare Stigmen ausgehend, oft fehlend. Alle Ganglien verschmolzen, Augen in 1—2 Paaren, unbeständig. Fortpflanzung durch Eier oder ovovivipar; die Jungen (Fig. 143 B) haben zunächst nur drei Beinpaare und machen oft eine verwickelte Verwandlung durch. Die Milben sind teils

Land-, teils Wassertiere, auch im Meere; neben räuberischer und phytophager Lebensweise sind auch Schmarotzer häufig, worunter die Ektoparasiten oft wieder als Ueberträger von Mikroorganismen Infektionskrankheiten den Weg bahnen.

Fam. *Ixodidae,* Zecken (Fig. 143). Grössere blutsaugende Schmarotzer mit

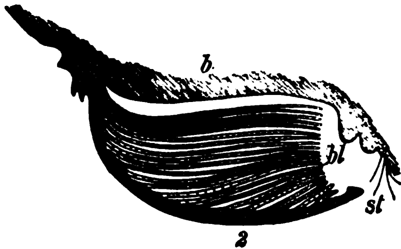


Fig. 142. Lunge einer Spinne im Längsdurchschnitt. *b* Bauchwand, *bl* Lungenblättchen, *st* Stigma (aus GOETTE).

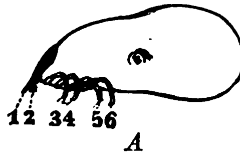


Fig. 143. *A* Erwachsenes und voll Blut gesogenes Exemplar des gemeinen Holzbockes, Ixodes ricinus L., von der Seite gesehen; 3/1. *B* Junges Exemplar, dem noch das letzte Beinpaar fehlt, von oben gesehen, nicht vollgesogen; 8/1. 1—6 die Gliedmassenpaare (aus NITSCHE).

vorstossbaren gezähnten Cheliceren; Kauladen der Pedipalpen zu einem Rüssel aneinandergelegt. — Fam. *Tetranychidae,* Spinnmilben. Kieferfühler stilettartig ausgezogen, Kiefertaster oft mit scherenartigem Endgliede; Augen und Tracheen vorhanden. An Pflanzen saugend. — Fam. *Sarcoptidae,* Krätzmilben. Mikroskopisch kleine, weichhäutige Milben ohne Augen und Tracheen; Mundteile zum Saugen, aus scherenförmigen Kieferfühlern und kurzen Kiefertastern; Beine stummelig, oft mit Hafthaaren. Schmarotzen auf oder in der Haut von Wirbeltieren, wo-



Fig. 144. *Demodex folliculorum,* stark vergrössert. *Kt* Kiefertaster. (nach MÉGNIN, aus CLAUS).

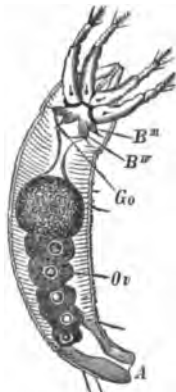


Fig. 145. Weibchen von *Phytoptus vitis,* vom Blatte des Weinstockes, *A* After, *Ov* Ovarium, *Go* Geschlechtsöffnung (aus CLAUS).



Fig. 146. *Pentastomum taenioides. O* Mund, *Hf* die vier Haken, *D* Darm, *A* After (aus CLAUS).

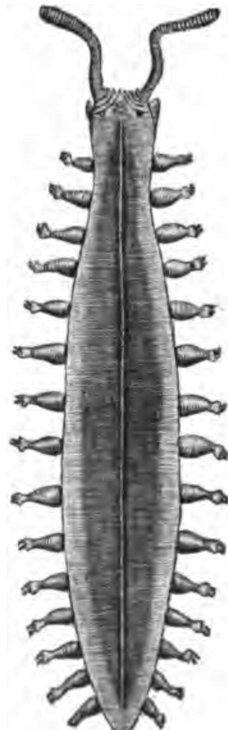


Fig. 147. *Peripatus novae Zealandiae* (nach SEDGWICK aus LANG).

durch sie Krätze und Räude hervorrufen. — Fam. *Demodicidae,* Haarbalgmilben (Fig. 144). Langgestreckt, mit wurmförmig verlängertem, quergeringeltem Hinterleibe

und kurzen Beinstummeln; in den Haarbälgen von Menschen und Säugetieren schmarotzend. — Fam. *Eriophyidae* [*Phytoptidae*], Gallmilben (Fig. 145). Sehr klein wurmähnlich, mit gestrecktem, quergerieftem Abdomen, hinten und vorn zugespitzt, Mundteile rüsselähnlich nach unten gerichtet mit nadeligen Cheliceren; nur die beiden vorderen Beinpaare ausgebildet, mit einer glatten Kralle und einer gefiederten Borste am letzten Gliede, die beiden hinteren Beinpaare durch Borsten vertreten. In Pflanzenkörpern, wo sie Missbildungen, Gallen, hervorrufen.

3. Ordn. **Linguatulida.** Zungenwürmer (Fig. 146).

Im erwachsenen Zustande wurmähnlich, geringelt und fusslos, daher lange für Eingeweidewürmer gehalten; um den Mund zwei Paare beweglicher Haken zum Festhaften; getrenntgeschlechtlich, Männchen auffallend kleiner. *Linguatula rhinaria* Pilger [*Pentastomum taenioides* Rud.] in der Nasenhöhle von Caniden, Pferd, Mensch. Die mit 4 bekrallten Stummelfüssen ausgestatteten Larven gelangen ins Innere von Hasen und Kaninchen, wo sie sich in den Eingeweiden einbohren, nach ziemlichem Wachstum die Mundhaken bekommen und sich verkapseln. Sobald der Wirt von einem Hunde verzehrt wird, dringen sie vom Magen aus in dessen Luftwege und Atemhöhle, wo sie sich anheften und geschlechtsreif werden; die Eier werden mit dem Schleime ausgestossen.

2. Unterstamm. **Tracheata.** Tracheenatmer.

Durch echte Tracheen atmende Gliederfüssler, stets mit gesondertem Kopfe, ohne Mitteldarmdrüse (Leber).

§ 61. 1. Kl. **Onychophora** (Fig. 147).

Wurmförmige Gliederfüssler mit geringeltem Rumpfe, einem Paar Antennen und einem Paar Kiefer; Füsse stummelig, ungegliedert, aber mit einem Klauenpaar. Muskulatur nur an den Kiefern quergestreift. Atmung durch zahlreiche gesonderte Tracheenbüschel; Herz ein gekammertes Rückengefäss; Harnorgane als segmentale Nephridien. Direkte Entwicklung im Uterus, bisweilen mit Ernährung des Embryos durch eine Plazenta. In wenigen Arten als Landtiere in den Tropen.

§ 62. 2. Kl. **Myriopoda.** Tausendfüsser.

Körper aus zahlreichen gleichmässig gebildeten Ringeln, die bis auf den letzten Beine tragen; Kopf mit 1 Paar Antennen und 3 Paar Kiefern; ein Paar Malpighische Gefässe am Hinterdarme.

1. Ordn. **Chilopoda** (Fig. 148).

Körper abgeplattet; ausser drei Kieferpaaren am Kopfe noch das erste Paar Rumpffüsse zu Kieferfüssen mit Giftdrüse umgewandelt; nur ein Fusspaar an jedem Ringel; die einfache Genitalöffnung hinten am vorletzten Segmente. Lichtscheue Raubtiere. — *Lithobius forficatus* L. Steinkriecher (Fig. 148).

2. Ordn. **Diplopoda.**

Körper walzig; postembryonal nur mit zwei Kieferpaaren; an den mittleren und hinteren Segmenten je 2 Paar Beine; die doppelten Geschlechtsöffnungen münden weit vorn. Pflanzen- und Moderfresser, fähig den Körper einzurollen. — Fam. *Julidae*, Tausendfüsser.

3. Kl. Insecta (Hexapoda). Kerbtiere, Insekten.

§ 63. Allgemeines. Ausgesprochen heteronom segmentierte Gliederfüssler mit gesondertem Kopf-, Brust- und Hinterleibsabschnitte; Kopf mit 1 Paar Antennen und 3 Paar Kiefern, Brust mit 3 Beinpaaren, Hinterleib meist beinlos.

Der Körper des erwachsenen Insekts lässt sich sondern in den Stamm und die Anhänge, bestehend aus Gliedmassen und Flügeln (Fig. 131). Die aus der Entwicklung nachweisbare ursprüngliche Gliederung des Stammes ergiebt 1. ein primäres Kopfstück, das den Mund, 2. ein primäres Analstück, das den After enthält, beide gliedmassenlos, zwischen ihnen die eigentlichen Körpersegmente, die sämtlich Gliedmassen tragen können. Die Körpersegmente bestehen ursprünglich aus 4 Kopf-, 3 Brust- und 11 echten Hinterleibsringeln, sodass der Insektenleib im ganzen von höchstens 18 echten und 2 unechten, gliedmassenlosen Ringeln gebildet wird. Doch ist bei den älteren Insektenordnungen die Zahl der Abdominalsegmente auf höchstens 10, bei den jüngeren (Käfer, Haut- und Zweiflügler u. a.) noch weit mehr verringert.

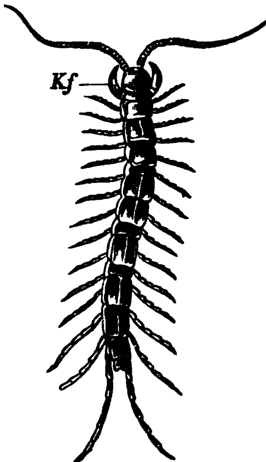


Fig. 148. *Lithobius forficatus*. *Kf* Kieferfuss (nach KOCH aus CLAUS-GROBBEN).

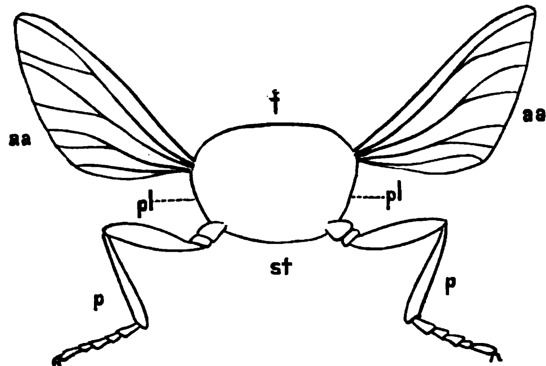


Fig. 149. Schematischer Durchschnitt durch den mittleren Brustring eines Insekts. *t* Tergit, *pl* Pleuren, *st* Sternit, *aa* Flügel, *p* Beine (aus KOLBE).

Der Kopf ist eine kugelige Kapsel, vorn von der Mundöffnung, hinten vom sog. Hinterhauptsloche durchbrochen, welch letzteres dem Schlundrohr und dem Bauchmark Durchtritt gewährt. Jedes Brust- und Hinterleibssegment (Fig. 149) besteht ursprünglich aus einer Rückenschiene (Tergit), einer Bauchschiene (Sternit) und den beiden, Rücken- und Bauchschiene verbindenden Weichen (Pleurite), auf denen sich das Stigmenpaar befindet. Während die embryonal angelegte Segmentierung des Kopfes dem erwachsenen Insekt verloren gegangen ist, auch die Grenzen zwischen den eben erwähnten Bestandteilen oftmals undeutlich werden, ist andrerseits eine nachträgliche Gliederung sowohl des Kopfes wie der übrigen Segmente in Regionen und Teilstücke (Sklerite) eingetreten, deren Form- und Lageverhältnisse wichtige systematische Merkmale abgeben; die Grenzen zwischen den Skleriten heissen Nähte (Suturen). In dieser Art werden am Kopfe (Fig. 150) Scheitel, Gesicht, Stirn, Kopfschild (Clipeus, Epistom), Wangen, Kehle, Hals u. s. w. in Anlehnung an die Verhältnisse beim Wirbeltier unterschieden. An den Brustringen pflegt der Zerfall in einzelne Chitinstücke noch weiter zu gehen (Fig. 151—152), namentlich teilen sich die Pleurite oft in ein vorderes Stück (Episternum) und ein hinteres (Epimeron), doch kann das letztere auch dorsal über das Episternum rücken. Sehr häufig gliedert sich vom Tergit der Mittelbrust (s. u.) hinten ein dreieckiges Stück als Schildchen (Scutellum) ab, von dem sich

bei den Hautflüglern noch ein entsprechender Teil der Hinterbrust als Postscutellum sondert. In jedem Sternit der drei Brustringe nimmt ein Paar runder Ausschnitte als Hüftpfannen (Acetabula) die Hüften der Beine auf.

Die Gliedmassen sind noch in der Embryonalentwicklung an allen echten Segmenten gleichmässig angelegt (Fig. 153), sie erscheinen am Kopfe als 1 Antennenpaar und 3 Paare Mundgliedmassen, an der Brust als 3 Paar Beine, am Hinterleib sind sie nur bei den

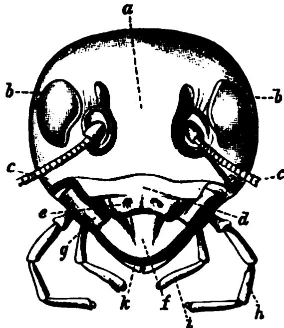


Fig. 150. Vorderansicht des Kopfes einer Feldgrille (*Gryllus*). *a* Stirn, *b* Netzauge, *c* Fühler, *d* Hinter-, *e* Vorderclipeus, *f* Oberlippe, *g* Basis der Vorderkiefer, *h* Taster der Mittel-, *i* Taster der Hinterkiefer, *k* Spitze der Vorderkiefer (aus SHARP).

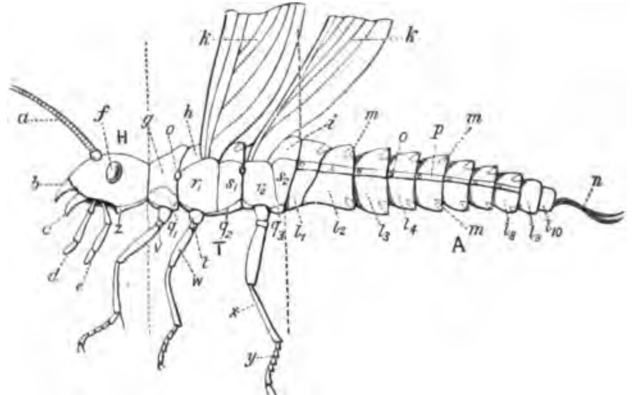


Fig. 151. Hautskelett eines Insekts, schematisch; die beiden senkrechten punktierten Linien trennen Kopf, Brust und Hinterleib. *a* Fühler, *b* Oberlippe, *c* Vorderkiefer, *d* Taster der Mittel-, *e* Taster der Hinterkiefer, *f* Netzauge, *g* Pronotum, *h* Mesonotum, *i* Metanotum, *k* Flügel, l_1—l_{10} Hinterleibssegmente, *m* deren Verbindungshäute, *n* Raife, *o* Stigma, *p* Pleurite des Hinterleibs, q_1, q_2, q_3 Sternit der Vorder-, Mittel-, Hinterbrust, r_1 Episternum der Mittelbrust, s_1 deren Epimeron, beide zusammen das Mesopleurit bildend, r_2, s_2 Episternum und Epimeron der Hinterbrust, *t* Hüfte, *v* Schenkelring, *w* Schenkel, *x* Schiene, *y* Fuss, *z* Kehle (aus SHARP).

Apterygogenea als Beinreste vorhanden, sonst höchstens am letzten Körpersegmente zu Begattungsorganen umgewandelt. Die Antennen (Fühler) stehen meist auf der Stirnfläche (Fig. 150) des Kopfes, sind gegliederte Fäden von oft verschiedenartiger Länge und Bildung der Glieder, sodass gleichartige (borsten- und fadenförmige, gesägte, gekämmte) und ungleichartige Fühler auftreten (Fig. 154); letztere z. B. als geknöpfte oder gebrochene (mit Schaft und Geissel) u. s. w. Die 3 Paar Mundgliedmassen oder Mundteile (Fig. 155) sind als Vorderkiefer (Mandibeln), Mittelkiefer (1. Maxillen) und Hinterkiefer (2. Maxillen) zu benennen; ursprünglich als Kauwerkzeuge gestaltet, gehen sie bei den verschiedenen Kerfordnungen eingreifende Umbildungen als saugende, stechende, leckende Organe ein. Während die Vorderkiefer einzelne ungegliederte Stücke sind, zeigen die beiden anderen Paare den ursprünglichen Bau von Beinen, wie die Brustbeine. Sie bestehen aus einem Basalstück, der Angel, einer Hüfte, hier Stamm genannt, und dem viergliedrigen Bein, das aber als Taster (Palpus) in den Dienst von Sinneswahrnehmungen getreten ist, während zwei plattenähnliche Anhänge der Hüfte als innere und äussere Kaulade beim Nahrungserwerbe wirken. Eine mittlere unpaare Chitinleiste des Kopfes, Oberlippe (Labrum) genannt, bedeckt von oben her die Kiefer (Fig. 150), während etwa verschmolzene Hinterkiefer als Unterlippe (Labium) bezeichnet werden; deren verschmolzene Stammteile heissen Kinn (Mentum), die verschmolzenen Angeln Unterkinn (Submentum, Fig. 155).

Bei einigen Insektenordnungen kommt zu den drei Kieferpaaren noch ein unpaarer Mundteil, der Hypopharynx (Innenlippe, Endolabium), hinzu, der gelegentlich sogar eigene Taster besitzen kann; er gliedert sich von dem Boden der Mundhöhle ab, liegt also über den Hinterkiefern. Die drei Brustringe werden als Vorder-, Mittel-, Hinterbrust (Pro-, Meso-, Metathorax) unterschieden; jeder führt am

Bauche ein Beinpaar; Mittel- und Hinterbrust können je ein Paar Flügel tragen. Jedes Brustbein zerfällt in Hüfte (Coxa), Schenkelring (Trochanter), Oberschenkel (Femur), Unterschenkel oder Schiene (Tibia) und den mehrgliedrigen Fuss (Tarsus), welch letzterer meist zwei Klauen, dazwischen wohl noch

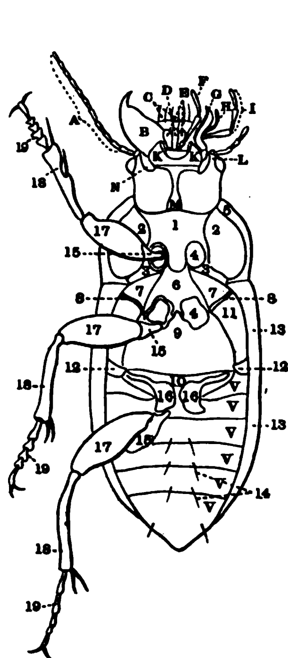


Fig. 152. Ein Laufkäfer (*Harpalus caliginosus*) von der Unterseite. A Fühler, B Vorderkiefer, C Oberlippe, D Zunge, E Nebenzunge, F Lippentaster, G Innenlade, H Aussenlade der Mittelkiefer, J deren Taster, K Kinn, L Wange, M Kehle, N Seitenrand der Mundöffnung, V Bauchschienen des Hinterleibs. 1 Prosternit, 2 Episternum, 3 Epimeron der Vorderbrust, 4 vordere und mittlere Hüftpfanne, 5 nach unten gebogener Teil des Pronotums, 6 Mesosternit, 7 Episternum, 8 Epimeron der Mittelbrust, 9 Metasternit, 10 dessen hinterer Abschnitt, 11 Episternum, 12 Epimeron der Hinterbrust, 13 nach unten gebogener Rand der Flügeldecken, 14 bauchständige Borsten, 15 Schenkelring, 16 Hinterhüfte, 17 Schenkel, 18 Schiene, 19 Fuss (aus SHARP).

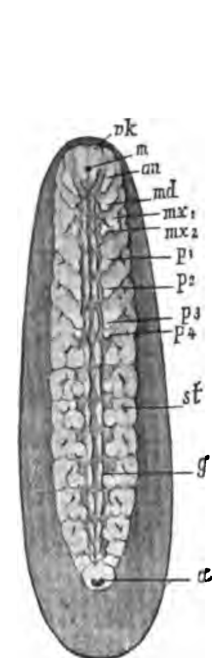


Fig. 153. Embryo von *Hydrophilus* mit den Extremitätenanlagen. *a* Afteröffnung, *an* Antenne, *g* Anlage des Bauchmarks, *m* Mundöffnung, *md* Vorder-, mx_1 Mittel-, mx_2 Hinterkiefer, p_1, p_2, p_3 Brustbeine, p_4 Rudiment des 1. Abdominalbeines, *st* Stigmen, *vk* Vorderkopf (nach HEIDER u. LANG).

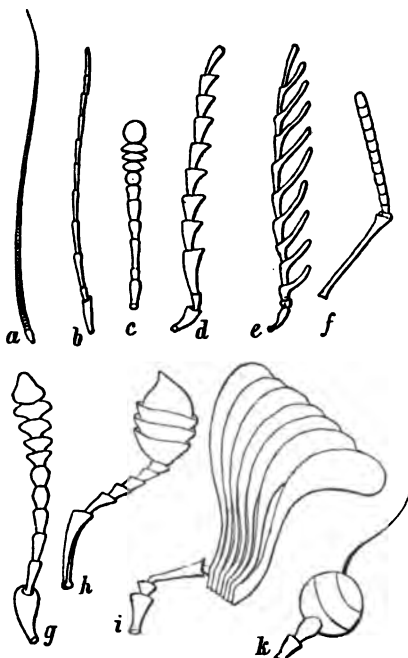


Fig. 154. Fühlerformen. *a* borstenförmig von *Locusta*, *b* fadenförmig von *Carabus*, *c* schnurförmig von *Tenebrio*, *d* gesägt von *Elater*, *e* gekämmt von *Ctenicera*, *f* gebrochen von *Apis*, *g* keulenförmig von *Silpha*, *h* knopfförmig von *Necrophorus*, *i* durchblättert von *Melolontha*, *k* Fühler mit Borste von *Sargus* (nach BURMEISTER aus CLAUS-GROBBEN).

Haftlappen oder Afterklauen, trägt. Aus der gewöhnlichen Form der Laufbeine schafft besondere Lebensweise Abwandlungen, wie Schwimm-, Grab-, Raubfüsse u. s. w. (Fig. 156). •

Die Flügel sind flächenhaft ausgebreitete Hautausstülpungen, daher aus zwei aufeinanderliegenden Blättern bestehend, zwischen denen sich Tracheen erstrecken. Ihr Verlauf ist durch Verdickungen (Adern oder Nerven) bezeichnet, die sich oftmals gabeln, in einander einmünden und durch Querverbindungen Zellen umgrenzen. Obwohl die Aderung bis zu den Insektenarten hinab äusserst mannigfaltig ist, lässt sie sich doch für beide Paare auf eine Grundform (Fig. 157) zurückführen, die 8 Hauptstämme von Längsadern aufweist. Die zunächst dem Vorderrande des Flügels entspringende und verlaufende Ader heisst Costa; ihr Ende am Flügelrande ist oft verdickt (Flügelmal, Stigma). Dann folgen die Subcosta und die kräftigste, am reichsten verzweigte Ader, der Radius, weiterhin die Media und der Cubitus und endlich neben und in dem sog. Anallappen des Flügels 1—3 Analadern. Im ein-

fachsten Falle sind beide Flügelpaare gleichgebildet, sonst nach Form und Beschaffenheit sehr wandlungsfähig, auch kann ein Paar, gewöhnlich das hintere, kleiner werden und selbst fast spurlos verschwinden (Zweiflügler).

Am **Hinterleibe** sind nur bei den niedersten Insekten mehrere Paare Gliedmassen erhalten, sonst allenfalls am letzten Körpersegment ein Paar stark umgewandelte als gegliederte **Raife** (Cerci), die bei der Begattung Gebrauch finden (Fig. 158). Sonstige ebendaselbst paarweise vorkommende Genitalanhänge (Gonapophysen), wie Klappen, Legebohrer etc., sind nur Hautwucherungen (Fig. 158). Am letzten Körpersegment (♂) oder am vorletzten (♀) sitzt die Geschlechtsöffnung, am Telson der After. Durch die weichen Gelenkhäute zwischen den Abdominalsegmenten sind diese verschiebbar, was bei der Atmung, Erweiterung durch reifende Eier, Eiablage u. dgl. in Betracht kommt.

Fig. 155. Mundteile der Orthoptera (*Blatta*); *lbr* Oberlippe, *md* Vorder-, mx_1 Mittel-, mx_2 Hinterkiefer, *st* Stamm, *m* Kinn, *sm* Unterkinn, *mi* innere, *me* äussere Kaulade, *pm* Taster der Mittel-, *pe* Taster der Hinterkiefer (nach SAVIGNY aus LANG).

Die **Kutikula** ist vielfach von Poren durchsetzt, zeigt mannigfaltige Oberflächenbildungen und trägt ganz oder stellenweise Haare, die aus Hypodermiszellen hervorgehen (Fig. 159) und oft durch Gelenke beweglich sind. Die mannigfaltigen Bildungen wie Borsten, Stacheln, Schuppen der Schmetterlinge sind nur umgewandelte Haare. Ferner sind ein- oder mehrzellige Hautdrüsen nicht selten, wie Stinkdrüsen, Wachs- und Giftdrüsen.

Fig. 156. *A* verkümmertes Putzbein und *B* gut entwickeltes Schreitbein eines Tagfalters, Vanessa. *C* Bein mit doppeltem Schenkelring und langer Ferse von einer Holzwespe, Sirex; *D* Schwimmbein eines Schwimmkäfers, Dytiscus; *E* behaartes Sammelbein einer Hosenbiene, Dasypoda; *F* Sammelbein mit „Körbchen" an der Schiene und stark entwickelter Ferse von der Honigbiene; G Raubbein des Wasserskorpions, Nepa cinerea; *H* Rechtes Grabbein der Maulwurfsgrille, *c* Hüfte, *tr* Schenkelring, *f* Schenkel, *tb* Schiene, *ts* Fuss; *J* Springbein eines Erdflohkäfers, Haltica. *c* Hüfte, *tr* Schenkelring, *f* Schenkel, *tb* Schiene, *ts* Fuss (aus NITSCHE).

Der Hautmuskelschlauch ist nur im Hinterleibe in gleichmässige segmentale Stränge zerlegt, während im Brustabschnitte grosse motorische Muskelmassen für Beine und Flügel angehäuft sind; auch die Kopfkapsel enthält starke Kaumuskeln.

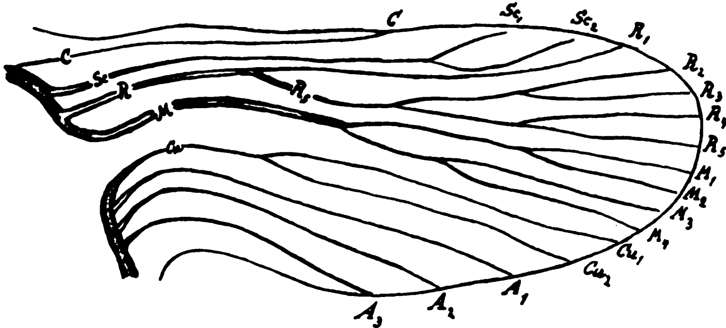


Fig. 157. Schema des Flügelgeäders. *C* Costa, *Sc* Subcosta, *R* Radius, *M* Media, *Cu* Cubitus, A_1—A_3 Analadern; die bezifferten Buchstaben am Rande bedeuten die Verzweigungen der betreffenden Adern (nach COMSTOCK und NEEDHAM).

Der Darmkanal (Fig. 160) ist in Abhängigkeit von der Ernährungsweise bald kürzer und verläuft fast grade zwischen Mund und After, bald länger als die Körperachse und aufgewunden, im ersteren Falle (Fleischfresser) in deutliche Abschnitte gesondert, im letzteren (Pflanzenfresser) einfacher. Stets ist ein ektodermaler, mit feiner Chitinkutikula ausgekleideter Vorderdarm, ein meist entodermaler Mittel- und ein ektodermaler Enddarm vorhanden (Fig. 45). In den Anfangsteil des Vorderdarmes, die Mundhöhle, münden die paarigen Speicheldrüsen, darauf schliesst sich die Speiseröhre an, die sich entweder allseitig oder unsymmetrisch (Fig. 191) in einen Kropf erweitern kann, schliesslich wohl noch in einem sog. Kaumagen (Proventriculus) endigt; freilich dient dieser im Innern mit Chitinzähnen, -bürsten etc.

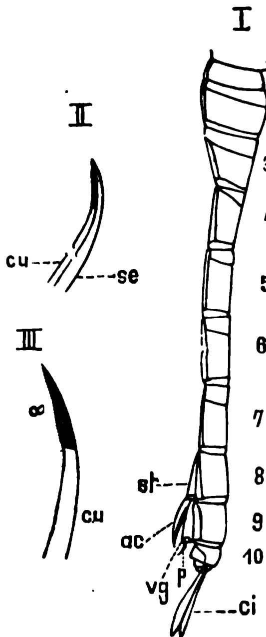


Fig. 158. I Hinterleib einer weiblichen Wasserjungfer (*Aeschna mixta*), von der Seite. 1—10 die 10 Hinterleibssegmente, *ci* Raife, *ac* Legescheide, *vg* klappenartiger Teil des 9. Segments, *p* eingliedriger Griffel (Stylus), *st* 8. Sternit. II. Eine Hälfte der Legescheide, bestehend aus der äusseren Klappe *se* und der inneren Klappe *cu*. III. Innere Klappe *cu*. *a* deren quergerieftes Endstück (aus KOLBE).

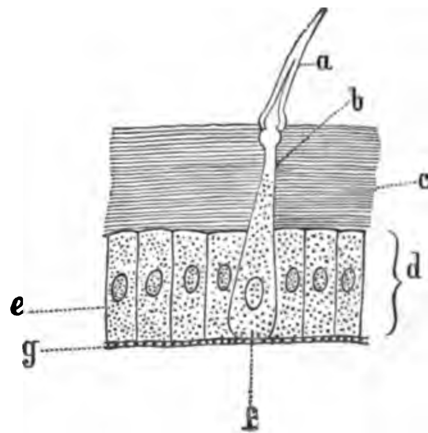


Fig. 159. Querschnitt durch die Haut und ein ihr aufsitzendes Haar eines Insekts, schematisch. *a* ein Haar, *b* Porenkanal, *c* Chitinschicht, Kutikula, *d* Hypodermis, *e* Epithelzelle der Hypodermis, *f* haarbildende Hypodermiszelle, *g* bindegewebige Membran (aus KOLBE)

ausgestattete Teil nicht zum Kauen, sondern zum Weiterbefördern der Speiseballen. Der als eigentlich verdauender Abschnitt auch Chylusdarm genannte Mitteltheil ist durch wechselnde Weite und Drüsenbesatz in seinem Verlaufe oft ungleich; den Anfang des ebenfalls mit chitiniger Intima ausgekleideten Enddarmes bezeichnen die MAL-

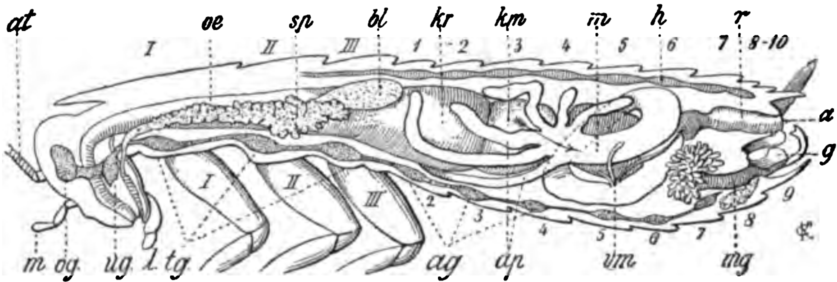


Fig. 160. Eingeweide einer männlichen Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*). I—III Brustsegmente, 1—10 Hinterleibssegmente, *at* Antenne, *m* Taster der Mittelkiefer, *l* der Hinterkiefer, I—III Beine, *og* oberes, *ug* unteres Schlundganglion, *tg* Brustganglion, *ag* Bauchmark, *oe* Speiseröhre, *sp* Speicheldrüse mit Blase *bl*, *kr* Kropf, *km* Kaumagen, *m* Magen (der Pfeil deutet die Verbindung von *km* und *m* an), *ap* Magenblindschläuche, *h* Herz, *r* Rectum, *a* After, *g* Geschlechtsöffnung, *vm* Malpighische Gefässe, *mg* männliche Geschlechtsorgane (aus R. HERTWIG).

PIGHI'schen Gefässe, deren Zahl 4, 6 und viel mehr betragen kann, während die vor dem After liegende Strecke ebenfalls Anhangsgebilde wie Anal- und Rektaldrüsen zu tragen pflegt (Fig. 161).

Das Tracheensystem beginnt mit Stigmen in der Körperwand, die sich vom 2. Brustringe an bis zum 8. Hinterleibsringe zu finden pflegen; nur die Flöhe haben auch am Prothorax ein Stigmenpaar. Bei einigen Wasserwanzen (Fig. 49) verlängern sich die Stigmen des letzten Paares in lange Atemröhren, durch die das Tier, ohne an die Oberfläche des Wassers zu kommen, Luft schöpfen kann. Die sich segmental anschliessenden Tracheenstämme vereinigen sich fast immer zu zwei Längsstämmen, von denen wieder Querbrücken und feinere, büschelartige Zweige zu den Organen ausstrahlen. Bei guten Fliegern sind einzelne Tracheen oder die Längsstämme (Fig. 161) zu geräumigen Luftblasen erweitert, die vor dem Fliegen aufgepumpt werden. Zu den Atmungswerkzeugen steht der Fettkörper in Beziehung: durch Bindegewebe zusammengepackte, von zahlreichen Tracheenenden durchwucherte Massen fettreicher Zellen, die als Reservestoffe bei

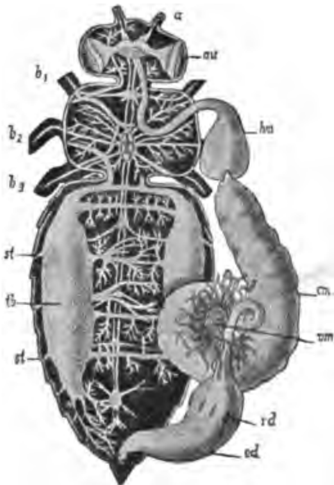


Fig. 161. Nerven-, Tracheen- und Verdauungssystem der Honigbiene, halbschematisch. *au* Netzauge, *a* Antenne, b_1—b_3 die drei Beinpaare, *tb* der zu einer Blase angeschwollene Tracheenlängsstamm, *st* Stigmen, *hm* Honigmagen, *cm* Chylusmagen, *vm* MALPIGHI'sche Gefässe, *rd* Rektaldrüsen, *ed* Enddarm (nach LOOSS aus ROSENTHAL).

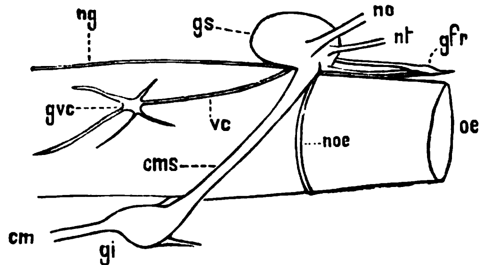


Fig. 162. Zentrales und sympathisches Nervensystem einer Raupe, schematisch. *gs* oberes Schlundganglion (Gehirn), *gi* unteres Schlundganglion, *cms* Längskommissur, *noe* Querkommissur, *no* Sehnerv, *nt* Fühlernerv, *ng* Stamm des unpaaren sympathischen Nervensystems, *gfr* Stirnganglion, *vc* der rechtsseitige Strang des paarigen Sympathicus, *gvc* ein Ganglion desselben, *cm* Verbindungsstrang zwischen dem unteren Schlundganglion und dem ersten Brustganglion, *oe* Speiseröhre (nach LIENARD aus KOLBE).

der Keimerzeugung, bei Larven für die Neubildungen während der Verwandlung bereitliegen.

Im Hinterleibe liegt das röhrige, gekammerte Herz, auf dessen kurze vordere Aorta sich das ganze Gefässsystem beschränkt (Fig. 61).

Das Nervensystem weist alle Uebergänge von dem segmental gegliederten Bauchmarke bis zur Vereinigung aller Knoten in der Brust auf (Fig. 75). Stets ist das Gehirn durch Anlagerung von Ganglien der zahlreichen Kopfsinnesorgane hoch ausgebildet; es zweigt ein wohlentwickeltes sympathisches, unpaares Nervengeflecht ab (Fig. 162). Von den Sinnesorganen sind die Augen als 2—3 Ozellen und 1 Paar grosse, oft beinahe kugelige und selbst verdoppelte Netzaugen ausgebildet; den Tastsinn vertreten haarförmige Sinneszellen, oft über die ganze Oberfläche verstreut oder an den Anhängen wie Tastern, Fussgliedern vereinigt; Geruch- und Geschmacksempfindung haben ähnliche Organe als Träger; jene sind an den Tastern und Fühlern als Sinneskegel oft zahlreich in besonderen Gruben vereinigt, diese sind an den Hinterkiefern und in der Mundhöhle vertreten; über die Gehörorgane vgl. S. 58.

Die Geschlechtsorgane der immer getrennt geschlechtigen Insekten verhalten sich der Anlage wie der ventralen Ausmündung am Körperende nach wesentlich gleichartig. Das eine Paar Keimdrüsen besteht aus zwei Bündeln von Schläuchen, die sich erst zu zwei paarigen Gängen, diese wieder zu einem unpaaren Ausführungsgange verbinden. Zu den Hoden treten ein bis zwei Samenblasen als Anschwellungen der Samenleiter und Anhangsdrüsen zur Spermatophorenbereitung hinzu; der unpaare Samengang endigt in einen vorstreckbaren, durch Chitinteile gestützten Penis (Fig. 163). Die Eierstöcke (Fig. 164) bestehen aus mehreren Eiröhren, durch Endfäden an der Leibeshöhlenwand befestigt, die von den erweiterten Anfangsteilen der Eileiter (Eikelche) distal umfasst werden. Jede Eiröhre (Fig. 165) gliedert sich in das proximale Keimfach (Endkammer) und die distal daraus hervorgehenden Eifächer oder -kammern, die bei Reifung der darin ruhenden Eier perlschnurartig gereiht sind; da immer nur das unterste Eifach ein legereifes Ei hervorgehen lässt, muss die Anzahl der Eier, die gleichzeitig abgelegt werden können, von der Anzahl und Länge der Eiröhren abhängen. In jeder Eikammer lässt sich der Eikeim, das ihn umgebende, ein Chorion ausscheidende Follikelepithel und manchmal eine Anzahl von Nährzellen unterscheiden; letztere können auch in einer besonderen Nährkammer über jeder Eikammer oder zusammen in dem dazu umgewandelten Keimfache untergebracht sein (Fig. 165). Danach unterscheidet

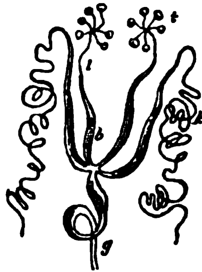


Fig. 163. Männliche Geschlechtsorgane des Maikäfers. *t* die aus sechs Teilen bestehenden Hoden, *l* Samenleiter, *b* Samenblasen, *k* Anhangsdrüsen, *g* Ductus ejaculatorius (nach STEIN aus GEGENBAUR).

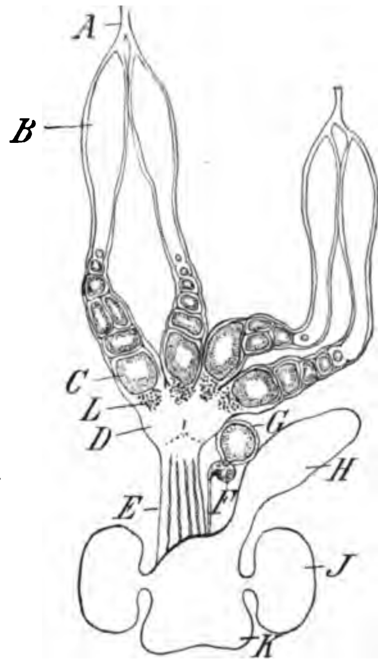


Fig. 164. Geschlechtsapparat eines Weibchens von *Myelophilus piniperda* nach der Eiablage. *A* Endfaden, *B* Eifach, *C* Ei, *D* Eikelch, *E* Eileiter, *F* Samentasche, *G* Anhangsdrüse, *H* Begattungstasche, *J* Kittdrüsen, *K* Scheide, *L* Corpora lutea (aus KNOCHE).

man Eiröhren ohne Nährzellen als panoistische, solche mit Nährzellen als meroistische u. zw. letztere mit mehreren Nährkammern als polytrophe, mit einer proximalen Nährkammer als telotrophe — Unterschiede, die sich in der natürlichen Einteilung der Kerbtiere gesetzmässig geltend machen. Wenn ein reifes Ei aus der Eiröhre in den Eikelch übergetreten ist, lassen sich die Reste der zerfallenen Nährzellen als Corpora lutea (Fig. 164) am Ende der ersteren wahrnehmen. Der unpaare Eileiter endigt oft in eine Begattungstasche und trägt vor der Mündung eine meist unpaare Samentasche, deren Füllung mit Sperma die vollzogene Paarung andeutet; dazu kommen als Kitt- und Schmierdrüsen bezeichnete Anhangsgebilde. Oft mündet der Eileiter in eine von den letzten Körpersegmenten gelieferte Legeröhre, während als Legebohrer gestaltete Anhänge auch zu einem Wehrstachel mit Giftdrüse umgeformt sein können.

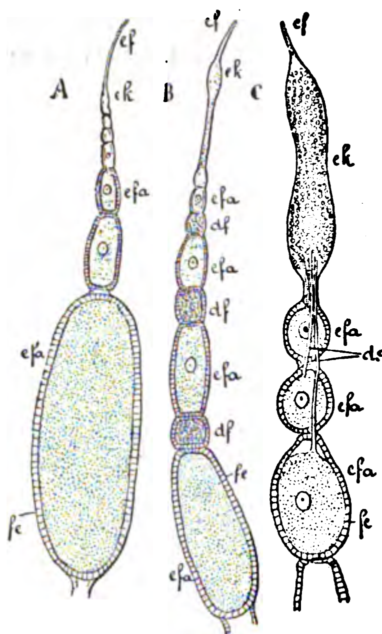


Fig. 165. Verschiedene Typen von Eiröhren, schematisch. *A* panoistisch, *B* meroistisch-polytroph, *C* meroistisch-telotroph. *ef* Endfaden, *ek* Endkammer, *efa* Eifächer, *fe* Follikelepithel, *df* Nährkammern, *ds* Verbindungsstränge zwischen Endkammer und Eifächern (aus LANG).

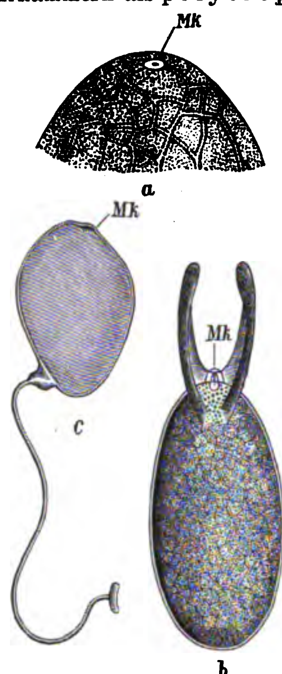


Fig. 166. Mikropylen (*Mk*) von Insekteneiern. *a* Oberes Stück der Eischale von *Anthomyia*. *b* Ei von *Drosophila cellaris*. — *c* Gestieltes Ei von *Paniscus testaceus* (nach LEUCKART aus CLAUS).

Wie das zur Fortpflanzung in Beziehung stehende Hinterleibsende vielfach das Geschlecht bezeichnet, so geschieht dies oft noch augenfälliger durch Merkmale des Geschlechtsdimorphismus wie verschiedene Grösse, Färbung, Fühler- und Beinform, Flügelmangel beim Weibchen u. s. w. (Fig. 199). Die Fortpflanzung

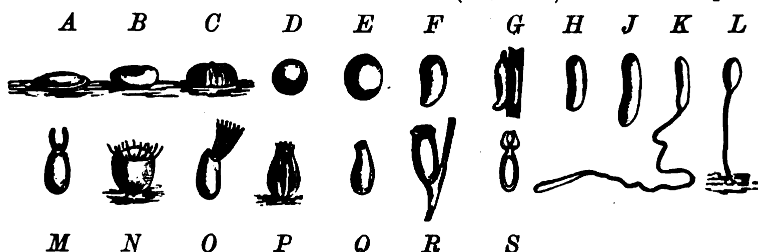


Fig. 167. Verschiedene Formen von Insekteneiern. *A Tortrix murinana* Hb. *B* Nonne. *C* Kieferneule. *D* Rundliche indifferente Eiform vieler Insekten, z. B. der Borkenkäfer. *E* Maikäfer. *F* Mücke, *Chironomus*. *G Lyda stellata* Chr., Ei an einer Kiefernnadel befestigt. *H* Stubenfliege. *J* Honigbiene. *K* Gallwespe, *Rhodites rosae* (L.) *L* Florfliege (*Chrysopa*). *M* Essigfliege (*Drosophila*). *N* Schildwanze (*Pentatoma*). *O* Wasserskorpion (*Nepa cinerea* L.). *P* Baumweissling (*Pieris Crataegi* L.). *Q* Bettwanze. *R* Kopflaus, Ei an einem Haar befestigt *S Hypoderma Actaeon* Br. (aus NITSCHE).

ist ovipar, nur bei manchen Dipteren vivipar, meistens gamogenetisch; agame Zeugung kann neben der ersteren (bei Schmetterlingen und Hautflüglern) oder in heterogenetischer Abwechslung mit ihr stattfinden (Gallwespen, Blattläuse). Die von dem harten

chitinigen Chorion umhüllten Eier haben ein oder mehrere Mikropylen (Fig. 166) und eine sehr wechselnde Gestalt (Fig. 167); ihre Befruchtung findet stets in den Eiwegen statt. Die Zahl der von jedem Weibchen erzeugten Eier schwankt zwischen einem Dutzend (Floh) und ca. 50 000 Stück (Bienenkönigin); sie werden einzeln, in regellosen oder eigentümlich angeordneten Haufen abgelegt, öfters mit einer Kittmasse vereinigt oder von abgestossenen Hautteilen (Spinner) bedeckt; schon bei der Eiablage betätigt sich häufig eine ausgesprochene Brutpflege. Die Embryonalentwicklung beginnt mit superfizialer Furchung, die zu einem bauchständigen Keimstreifen führt, und gipfelt in der Bildung einer besonderen Embryonalhülle, des Amnions (Fig. 168), die weitere Entwicklung nach dem Ausschlüpfen ist fast immer eine Metamorphose u. zw. wird der Grad der Verschiedenheit zwischen Larve und erwachsenem Insekt (Imago) wesentlich dadurch bestimmt, ob beide Stufen eine wesentlich gleiche oder sehr abweichende Lebensweise führen. Im ersteren Falle (z. B. Heuschrecken) unterscheidet sich die Larve nur durch geringere Grösse, kleine Abweichungen in der Ausbildung der Leibesabschnitte und Gliedmassen, sowie Flügelmangel von der Imago, deren Gestalt sie durch eine Reihe von Häutungen erreicht: unvollkommene Verwandlung (Fig. 169). Dagegen ruft eine Verschiedenheit in Aufenthalt und Ernährungsweise erhebliche Abweichungen im Bau der Larve und der Imago hervor, zu deren Ausgleich eine völlige Umbildung des Körpers mit Abschluss durch ein Ruhestadium stattfinden muss, in dem das Insekt keine Nahrung zu sich nimmt, die Puppe; aus dessen Auftreten ergibt sich die vollkommene Verwandlung (Fig. 248). Alle Entwicklungsstufen heissen kurzweg Stände.

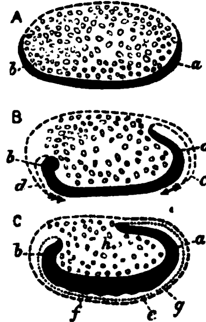


Fig. 168. Bildung der Embryonalhüllen beim Insekt. *a—b* Keimstreif. *c—d* die beiden sich vom Kopf- und Schwanzende entgegenwachsenden Falten der Eihülle. *e—f* Serosa, *g* Amnion (nach GRABER aus SHARP).

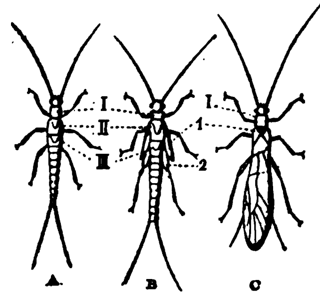


Fig. 169. Unvollkommene Verwandlung von *Perla nigra*. *A* Flügellose Larve, *B* Larve mit Flügelscheiden (1, 2), *C* Imago. I—III Brustringe (aus HUXLEY).

Der Bau der Larven ist ein einfacher, embryonaler Unvollkommenheit nahekommender, wenn sie unter vorteilhaften Bedingungen existieren, z. B. die Maden der Fliegen und Bienen; unter erschwerten Lebensbedürfnissen hingegen treten besondere Anpassungen in Körperform und -bau (Larvenorgane) auf. So bestehen als wurmförmige Larvenformen die Raupen der Schmetterlinge und Blattwespen, die ausser den Brustfüssen noch Afterfüsse an den Hinterleibsringen haben (Fig. 193, 262), die madenartigen Larven holzbrütender Käfer mit stummelartigen oder ganz fehlenden Brustfüssen, die fusslosen, sogar oft des Kopfabschnittes entbehrenden Fliegenmaden (Fig. 170). Viele Larven sind den Urinsekten *(Apterygogenea)*, insbesondere der Gattung *Campodea* (Fig. 172), durch ihre einfache Körpergliederung, Besitz von 3 Paar Brustfüssen, Mangel der Netzaugen ähnlich; dies ist die campodeaähnliche Larvenform (Fig. 224). Der Darmkanal einer Larve ist meist kürzer und weiter als der des erwachsenen Insekts; am Munde ausmündende Spinndrüsen liefern Spinnfäden zur Anfertigung von Wohnungen oder Larven- und Puppenhüllen. Im Tracheensystem ist oftmals die Zahl und Verteilung der Stigmen abweichend oder es sind gelegentlich Tracheenkiemen ausgebildet; das Nervensystem ist bedeutend mehr homonom (Fig. 161 und 170), die Sinnesorgane sind einfacher, namentlich fehlen den stark abweichenden

Larvenformen (s. o.) die Netzaugen; endlich sind die Geschlechtsorgane, wenngleich schon angelegt, doch meist ohne Ausführungsgänge, stets aber ohne Oeffnungen.

Da sich das erwachsene Insekt — die Apterygogenea — ausgenommen, niemals häutet, muss das ganze Körperwachstum und demnach auch grösstenteils die Ernährung in die Larvenzeit fallen, die deshalb stets mehrere — zum mindesten vier — Häutungen umfasst. Nachdem die Larve ausgewachsen ist, wird sie durch eine letzte Häutung bei der unvollkommenen Verwandlung zur Imago, bei der vollkommenen zur Puppe. In letzterem Falle sind bereits vor der letzten Häutung die larvalen Organe und Gewebe durch die bleibenden imaginalen ersetzt worden, wobei die Neubildung sich allerdings in der Weise auf jene stützt, dass sie von kleinen Bildungszentren der alten Organe (Imaginalscheiben) ausgehend diese durch ihr Wachstum allmählich auflöst und verdrängt. Infolgedessen sind schon unter der letzten Larvenhaut alle inneren und äusseren Teile der Imago fertig vorhanden und zu erkennen und bleiben nach Abwerfen der letzten Larvenhaut nur noch von der Puppenhaut überzogen. Eine Puppenform, bei der sämtliche Gliedmassen frei vom Rumpfe abstehen (Fig. 248), heisst freie Puppe (Pupa libera), wie sie bei Käfern und Hautflüglern erscheint; dagegen sind bei der bedeckten oder Mumienpuppe (Pupa obtecta, Fig. 196) die Anhänge fest an den Körper gelegt (Schmetterlinge); wenn ausserdem die letzte Larvenhaut die Puppe umschliesst (manche Dipteren), ist diese eine Tönnchenpuppe (Pupa coarctata, Fig. 171). Die Verpuppung findet entweder ganz frei an einem beliebigen Orte oder in der bisherigen Larvenwohnung oder in einer besonders hergestellten Hülle (Kokon) statt. In der Puppe wird das Insekt geschlechtsreif und sprengt diese sowie den etwaigen Kokon, um auszuschlüpfen. Während das Larvenleben einschliesslich der Puppenruhe mehrere Jahre dauern kann, ist das erwachsene Insekt gewöhnlich nur kurzlebig.

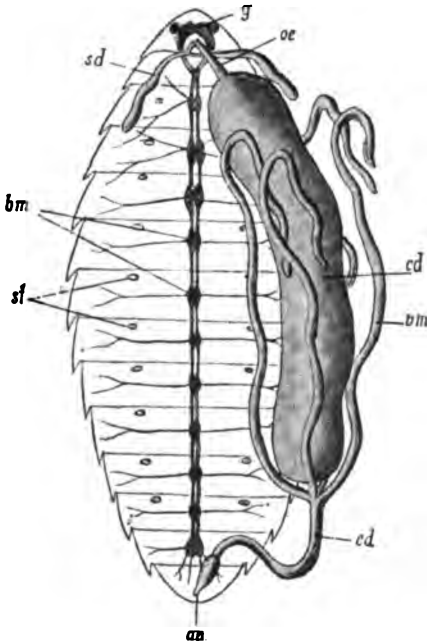


Fig. 170. Larven der Honigbiene, Anatomie des Verdauungs- und Nervensystems. *g* Gehirn, *bm* Bauchmark, *oe* Speiseröhre, *sd* Spinndrüsen, *cd* Mitteldarm, *ed* Enddarm, nicht mit dem Mitteldarm in Verbindung, *vm* Malpighische Gefässe, *an* After, *st* Stigmen (nach LOOSS aus LANG).

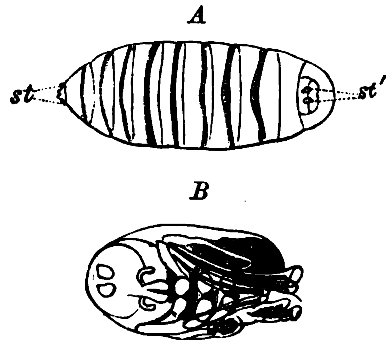


Fig. 171. *A* Tönnchen der gemeinen Stubenfliege, an dem man deutlich die Segmente der Larvenhaut, sowie die vorderen und hinteren Stigmen, *st* u. *st'*, erkennt. B die in diesem Tönnchen eingeschlossene freie Puppe (nach PACKARD aus NITSCHE.)

Die Insekten sind zum überwiegenden Teile Landtiere, nur eine geringe Zahl hat sich dem Süsswasser zugewandt, und auf dem Meere kommt nur eine Familie der Wanzen vor. Sie gehören allen Klimaten an, doch steigt die Artenzahl rasch nach

den Tropen hin. Im übrigen sind die Lebensbetätigungen äusserst vielseitige, und dementsprechend die Anpassungen, ohne dass aber von dem Grundtypus der Organisation erheblich abgewichen würde. Die Ernährung ist bald phyto-, bald zoophag, gelegentlich auch parasitisch. Hohe geistige Anlagen offenbaren sich in Kunsttrieben beim Bau von Wohnungen und bei der Brutpflege sowie in der Staatenbildung. Manche Insekten sind zu Stimmlauten befähigt, die sogar psychische Vorgänge wiederspiegeln können; teils dienen dazu Einrichtungen an den Stigmen (Singapparat der Zikaden), durch die Atemluft erregt, teils Muskeltätigkeit, wie Summen der Flügel oder Reiben von Körperanhängen aneinander (Heuschrecken).

Die Bedeutung der Insekten im Naturhaushalte ist infolge ihrer Arten- und Individuenzahl eine sehr hohe; sie äussert sich in ihrer Ernährungsweise durch Verletzen und Zerstören von Pflanzen- und Tierkörpern sowie Uebertragen ansteckender Krankheiten auf Tiere; andrerseits ist ihre durchschnittliche Kleinheit und Schwäche Anlass, dass sich viele andere Tiere, ja ganze Gruppen solcher, ausschliesslich von ihnen nähren, und endlich sind sie als Vermittler der Fremdbefruchtung von hoher Bedeutung für die Vermehrung der Blütenpflanzen.

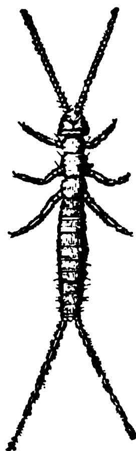


Fig. 172. *Campodea staphylinus* vergrössert (aus LEUNIS).

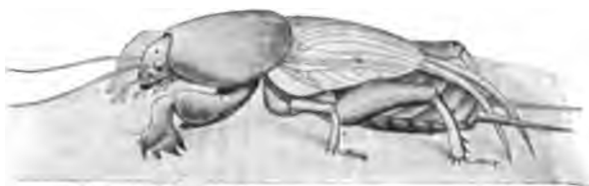


Fig. 173. Maulwurfsgrille *(Gryllotalpa vulgaris)* (aus KOLBE).



Fig. 174. Getreideblasenfuss (*Limothrips cerealium* (a. RITZEMA BOS).

§ 64. 1. Unterkl. Apterygogenea (Fig. 172).

Einfache Insekten mit ursprünglichem Flügelmangel, kauenden — selten stechenden — Mundwerkzeugen, selten mit Netzaugen, mit segmental gesonderten Tracheenstämmen und Gliedmassenresten an den Segmenten des Hinterleibes, der mit borstenähnlichen Fäden oder einer Springgabel endigt. Ohne jede Verwandlung; während des ganzen Lebens können Häutungen stattfinden. — Hierher die Springschwänze *(Podura)* und Zuckergäste *(Lepisma)*.

2. Unterkl. Pterygogenea.

Ursprünglich geflügelte oder im Laufe der Stammesgeschichte flügellos gewordene Insekten mit fusslosem Hinterleibe, Netzaugen, Längsstämmen der Tracheen und Metamorphose.

§ 65. 1. Ordn. Orthoptera, Gradflügler.

Kauende Mundwerkzeuge mit getrennten Hinterkiefern, zwei ungleiche Flügelpaare, zahlreiche panoistische Eiröhren und unvollkommene Verwandlung.

Hinterkiefer mit freien Laden und selbst Stämmen, ihre Taster dreigliedrig

(Fig. 155); Vorderbrust von der Mittelbrust abgesetzt und für sich beweglich; Vorderflügel meist schmale, pergamentartige Flügeldecken, Hinterflügel der Länge nach gefaltet; Hinterleib meist zehngliedrig mit einem Paar Raifen, oft mit Legescheide; Malpighische Gefässe zahlreich; oft Gehörorgane und Schrillleisten als Stimmeinrichtung. — Fam. *Gryllidae*, Grabheuschrecken. Körperform walzig; lange borstenförmige Fühler, kurze, querüber winklig gebrochene Flügeldecken, von den grossen, fadenförmig eingerollten Hinterflügeln weit überragt. Vorderbeine oft zu Grabfüssen umgestaltet. Beide Vorderflügel mit Schrilleinrichtung. Begattung mit Samenkapsel. Lebensweise unterirdisch, in Gängen; Ernährung von Pflanzen und Tieren. *Gryllotalpa vulgaris* L., Maulwurfsgrille (Fig. 173).

§ 66. 2. Ordn. Thysanoptera, Blasenfüsser.

Sehr kleine Insekten mit saugenden Mundteilen, deren Oberlippe, Mittel- und Hinterkiefer zu einem drei Stechborsten bergenden Rohre verwachsen sind. Die zweigliedrigen Tarsen enden mit einem einziehbaren Bläschen als Haftvorrichtung. Eiröhren panoistisch; Metamorphose sehr unvollkommen. An Blättern saugend. — *Limothrips cerealium* Halid., Getreideblasenfuss (Fig. 174).

§ 67. 3. Ordn. Corrodentia.

Die beissenden Mundteile bisweilen verkümmert; Flügel, wenn vorhanden, gleichartig; 1. Brustring frei, die andern zuweilen verwachsen; Lauf- oder Klammerbeine. Entwicklung eine unvollkommene Metamorphose, bei den Parasiten direkt.

1. Unterordn. Isoptera, Termiten. (Fig. 175).

Kopf gross, mit starken Kiefern; Fühler perlschnurartig; Flügel einfach geadert

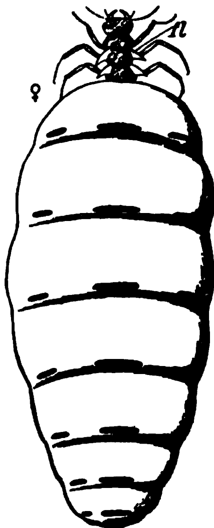


Fig. 175. *Termes bellicosus*, trächtiges Weibchen mit den Flügelstummeln *fl* (aus GOETTE).

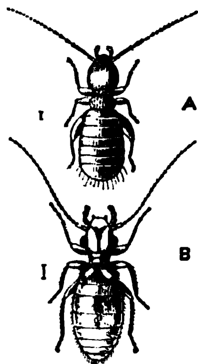


Fig. 176. A *Atropos divinatoria*. B *Clothilla pulsatoria* (nach M'LACHLAN aus SHARP).

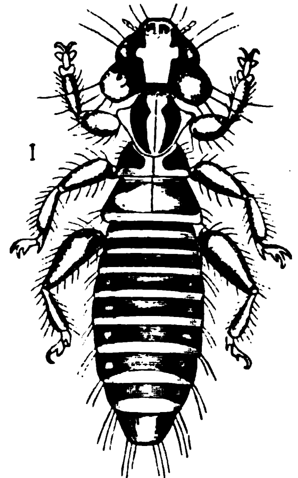


Fig. 177. *Trinoton luridum* (nach NITZSCH aus SHARP).

mit Bruchfalte am Grunde, an der sie nach der Begattung abgeworfen werden; Laufbeine mit viergliedrigen Tarsen. Hinterleib mit Raifen. Darm mit Kaumagen. Mei-

stens staatenbildende Insekten mit reichem Polymorphismus.

2. Unterordn. **Copeognatha** [Psocoidea], Holzläuse. (Fig. 176.)

Innenladen der Mittelkiefer sehr gross und stark, meisselförmig. Taster der Hinterkiefer verkürzt, Fühler borstenförmig, Beine mit 2—3gliedrigen Tarsen. Flügel gleichartig, die hinteren viel kleiner. Hinterleib ohne Raifen. Ohne Kaumagen. Eiröhren polytroph. Von Pilzen und Moder lebend. *Atropos divinatoria* L., Bücherlaus; Bücher und Insektensammlungen zerfressend.

3. Unterordn. **Mallophaga**, Pelzfresser, Federlinge.

Klein, mit flachem Körper, ungeflügelt. Meso- und Metathorax oft verwachsen. Kopf gross mit verkümmerten Augen und kurzen Fühlern. Mittelkiefer tasterlos, verkümmert. Kurze Lauf- und Klammerbeine. Darm mit Kropf. Hinterleib ohne Raife. Entwicklung direkt. Ektoparasiten auf Warmblütern, deren Horngebilde wie Haare, Federn und Hautschüppchen sie verzehren. — *Trinoton luridum* Nitzsch auf der Ente (Fig. 177).

§ 68. 4. Ordn. **Perloidea**, Afterfrühlingsfliegen. (Fig. 178.)

Körper parallelseitig, abgeflacht. Fühler lang, borstenförmig. Netzaugen klein. Mundteile kauend mit kurzen Kiefern. Prothorax gross. Flügel gleichartig, zart und weitmaschig geadert, Hinterflügel mit breitem Anallappen. Abdomen zehngliedrig, Raife oft sehr lang, gegliedert, Tarsen 3gliedrig. Verwandlung unvollkommen, Larven oft mit Tracheenkiemen, räuberische Wassertiere.

§ 69. 5. Ordn. **Odonata** [Pseudoneuroptera], Libellen.

Kopf breit, hinten verengt und sehr beweglich, mit grossen Netzaugen, sehr kräftigen beissenden Mundteilen und sehr kleinen pfriemenförmigen Fühlern. Vorderbrust klein und frei, Mittel- und Hinterbrust verwachsen; Flügel gleichartig, sehr stark netzadrig; Hinterleib schlank mit ungegliederten, zangenartigen Raifen. Begattung in der Luft. Eiröhren panoistisch. Raschfliegende räuberische Lufttiere. Larven im Wasser, räuberisch, Hinterkiefer mit den Basen zu einer unter Kopf und Brust zurückgeklappten, aber vorstreckbaren Fangmaske ver-

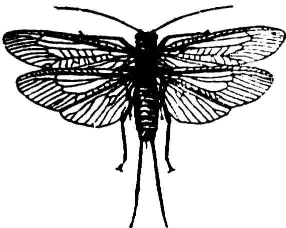


Fig. 178. *Perla abdominalis* (aus CLAUS-GROBBEN).

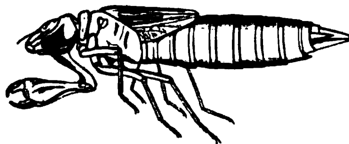


Fig. 179. *Aeschna*-Larven mit Flügelstummeln und Fangmaske (aus CLAUS-GROBBEN).

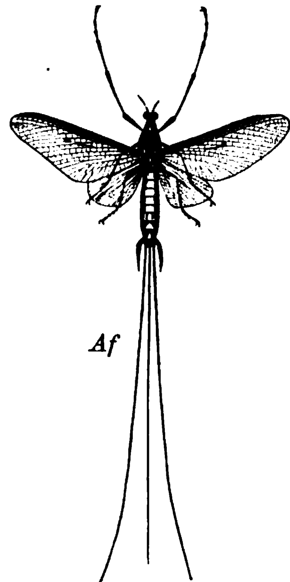


Fig. 180. *Ephemera vulgata*. *Af* Analfäden (aus CLAUS).

schmolzen (Fig. 179) mit Tracheenkiemen, teils als drei lanzettliche Blätter an der Hinterleibsspitze sitzend, teils im Enddarm verborgen; Feinde der Fischbrut.

§ 70. 6. Ordn. Ephemeroidea, Eintagsfliegen.

Zarthäutig und schlank. Mundteile ursprünglich beissend, aber ganz verkümmert. Fühler kurz, borstenartig. Flügel gleichartig, hinteres Paar klein oder fehlend. Tarsen 4—5gliedrig. An der Hinterleibsspitze 2—3 lange Schwanzfäden. Männchen mit sehr langen Vorderbeinen. Larven im Wasser, mit starken Mundwerkzeugen und paarigen Tracheenkiemen (Fig. 59) am Hinterleibe, räuberisch. Langdauernde unvollkommene Verwandlung mit über 20 Häutungen; die drittletzte Stufe verlässt als Nymphe mit Flügelstummeln das Wasser, häutet sich zu einer geflügelten Form (Subimago), die sich nach kurzem Fluge durch nochmalige Häutung in die eigentliche Imago verwandelt.

§ 71. 7. Ordn. Neuroptera, Netzflügler.

Mundteile kauend; Laden der Hinterkiefer verschmolzen; Vorderbrust frei; Flügel gleichartig, stark netzadrig, meist gleichgross. Tarsen fünfgliedrig. Am Vorder-



Fig. 181. *Inocellia crassicornis.* Larve und Imago (aus HENSCHEL).

darm ein Seitendivertikel. Verwandlung vollkommen. Larven räuberisch, mit Laufbeinen — Fam. *Sialidae.* Mit grossem, fast wagerechtem Kopf; Flügel mässig, weitmaschig geadert, in der Ruhe dachförmig liegend. Eiröhren telotroph. *Rhaphidia*, Kameelhalsfliege (Fig. 181); Kopf herzförmig, auf dem sehr gestreckten Prothorax sitzend; Larve ebenfalls mit sehr verlängerter Vorderbrust, stellt unter Baumrinde Insektenlarven nach; Puppe freiliegend. — Fam. *Megaloptera.* Kopf senkrecht, Flügel gross, dichtgeadert; Eiröhren polytroph. Larven mit grossen Saugzangen, aus den vereinigten Vorder- und Mittelkiefern gebildet; Puppe in festem Kokon. *Hemerobius micans* Ol. Blattlauslöwe. Larven von Blattläusen lebend, bekleben sich mit deren ausgesogenen Häuten (Fig. 182). *Chrysopa perla* L. Florfliege. Larven mit sehr grossen Saugzangen und gleicher Lebensweise (Fig. 183). *Myrmeleon,* Ameisenlöwe. Libellenähnlich; Larven mit sehr kurzem breitem Hinterleibe, höhlen sich im Sande Trichter aus, in denen sie auf kleine Insekten lauern (Fig. 184).

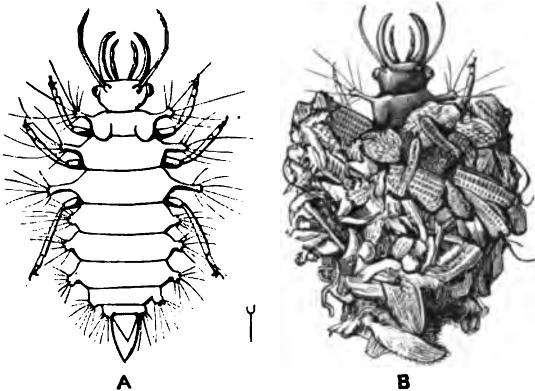


Fig. 182. *Hemerobiuslarve* A frei, B im Gehäuse (aus SHARP).

§ 72. 8. Ordn. Panorpatae, Schnabelfliegen.

Kopf unten in einen langen, die beissenden Mundteile tragenden Schnabel ausgezogen. Flügel gleichgebaut, schmal; lange Laufbeine. Darm mit Kaumagen. Eiröhren polytroph; vollkommene Verwandlung. — *Panorpa communis* L., Skorpionsfliege. Beim Männchen das Hinterleibsende nach oben geschlagen, in eine blasige Zange verwandelt (Fig. 185).

§ 73. 9. Ordn. **Trichoptera**, Köcher- oder Frühlingsfliegen.
(Fig. 186.)

Mundteile mehr oder weniger rückgebildet, zum Saugen geeignet; Fühler lang und borstenförmig; Vorderbrust sehr kurz. Beine langgespornt. Flügel ungleich, behaart oder beschuppt, die hinteren oft grösser und faltbar. Verwandlung vollkommen; Larven mit beissenden Kiefern und fadenförmigen Tracheenkiemen an den sehr weichen Hinterleibsringen; meist im Wasser, stecken mit dem Hinterleibe in einem aus mancherlei Fremdkörpern gefertigten köcherähnlichen Gehäuse (Fig. 187), worin auch die Verpuppung; Pflanzen-, seltener Fleischfresser. — Fam. *Phryganeidae*, Köcherfliegen.

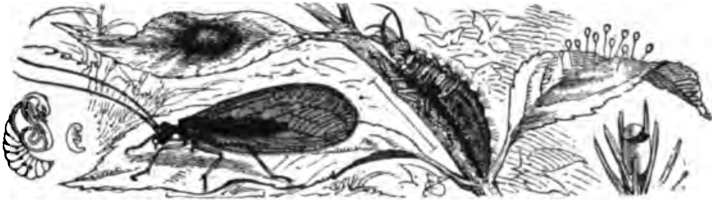


Fig. 183. *Chrysopa perla.* Puppe, Imago, Larve, Eier (aus HENSCHEL).



Fig. 184. *Myrmeleon formicarius.* *a* Imago, *b* Larve (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

§ 74. 10. Ordn. **Lepidoptera**, Schmetterlinge.

Mit spiraligem Saugrüssel, mit der Mittelbrust verwachsener Vorderbrust, zwei Paar gleichartigen beschuppten Flügeln und vollkommener Verwandlung.

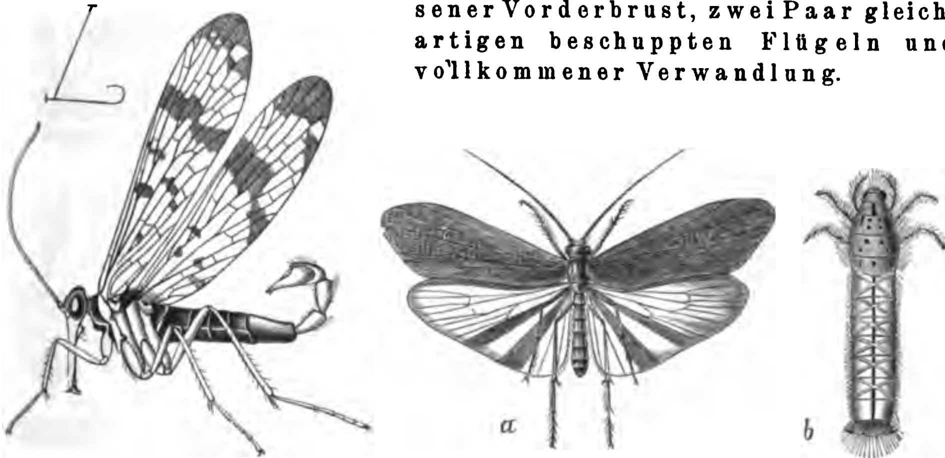


Fig. 185. *Panorpa communis* ♂ (aus SHARP). Fig. 186. *Phryganea striata.* *a* Imago, *b* die Larve (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

Der ganze Körper nebst den Beinen und Flügeln vollständig mit langgestreckten haarartigen Chitinschuppen besetzt. Der halbkugelige Kopf mit grossen Netzaugen ist

gegen die Brust frei beweglich; auf dem Scheitel öfters 2 von den Schuppen verdeckte Punktaugen. Die ziemlich langen Fühler vielgliedrig, borsten- bis stabförmig, bei Tagfaltern an der Spitze angeschwollen, bei den andern zugespitzt und oft gesägt bis gekämmt. An den zum Aufsaugen flüssiger Nahrung bestimmten Mundwerkzeugen tritt der lange, in der Ruhe spiralig eingerollte Saugrüssel (Rollzunge) sehr hervor (Fig. 188); er wird von den verlängerten, inwendig mit Rinne versehenen Aussenladen der Mittelkiefer gebildet; seine schlitzartige Basis bedecken die Oberlippe und die zu einer plattenförmigen Unterlippe verschmolzenen Laden der Hinterkiefer, während die Vorderkiefer fast immer zu unbeweglichen Stummeln werden; von Tastern sind die der Mittelkiefer („Nebenpalpen") gewöhnlich nur 2—3gliedrig und von Schuppen überwachsen, die der Hinterkiefer aber gross, dreigliedrig und zu Seiten der Rüsselbasis nach vorn gestreckt. Die drei Brustringe, von denen der Prothorax klein, der Mesothorax am grössten ist, verwachsen mit einander. Von den beiden Flügelpaaren, die nur selten schwinden, ist das vordere gewöhnlich etwas grösser und — mit Ausnahme der Tagfalter — am Hinterrande mit einem Bügel versehen, in den eine Haftborste des Hinterflügels eingreift, um beide während des Fluges zusammenzuhalten. Mit der Schmalheit der Vorderflügel pflegt die Schnelligkeit des Fluges zuzunehmen, während die grosse Flächenausdehnung bei den Tagfaltern ausdauerndes Flattern ermöglicht. Bei einigen Familien (Federmotten) ist die Fläche in einzelne federartige Streifen aufgelöst. Das dachziegelartig gelagerte Schuppenkleid (Fig. 189) ruft durch seine Pigment- oder Strukturfarben die bunte, oft schillernde Färbung und Zeichnung der Flügel hervor. In der Ruhe werden diese von den Tagfaltern senkrecht aufgerichtet getragen (Fig. 190), von den anderen bald mehr wagerecht ausgebreitet oder nach hinten gestreckt und dachförmig über das Abdomen gelegt. Die meist kurzen dünnen Beine sind am Ende der Schienen mit 1—2 Sporen bewehrt, ihre Tarsen fünfgliedrig, bei gewissen Familien der Tagfalter (Fig. 190) an den Vorderbeinen zu „Putzfüssen" verkümmert.

Fig. 187. Köcherfliegenlarve in ihrem Futteral steckend (aus LEUNIS).

Fig. 188. Halbschematische Darstellung gut ausgebildeter Schmetterlingsmundwerkzeuge. *A* Schmetterlingskopf mit Behaarung, von der linken Seite, nur Fühler, Netzauge, Rollzunge und Palpen sichtbar. *B* Schmetterlingskopf nach Entfernung der Behaarung von vorn. *C* Die drei Mundwerkzeugpaare in der Ebene ausgebreitet. *D* Querschnitt der Rollzunge. 1 Vorder-, *2* Mittelkiefer, *2a* ihre Laden, *2b* ihre Taster, *3* Hinterkiefer, *3b* deren Taster (Palpen), *oc* Nebenaugen, *na* Netzaugen, *f* Fühler, *l* Oberlippe (aus NITSCHE).

Fig. 189. Stück eines Schmetterlingflügels mit einigen noch anhängenden Schuppen. Unten verschiedene Schuppenformen. Stark vergrössert (aus NITSCHE).

Der dichtbehaarte 6—7gliedrige Hinterleib endigt oft in einen Schopf von langen

Haaren oder Schuppen. Hinsichtlich des inneren Baues ist der Darm (Fig. 191) mit einem seitlichen „Saugmagen“ versehen; die vier sehr langen Eiröhren sind fast stets polytroph; die grosse Begattungstasche mündet selbständig aus und ist fast ganz von den übrigen



Fig. 190. Tagpfauenauge. *Vanessa io* L., sitzend. *a* Putzpfote (aus LEUNIS).

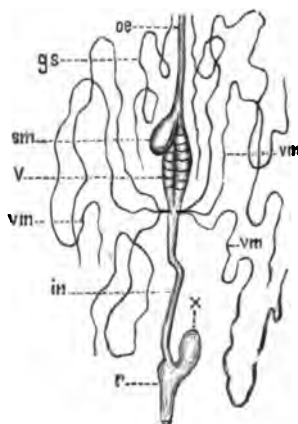


Fig. 191. Darmkanal eines Schmetterlings (*Pieris*). *gs* Speicheldrüsen, *oe* Speiseröhre, *sm* Saugmagen, *v* Magen, *vm* MALPIGHISCHE Gefässe, *in* Dünndarm, *r* Dickdarm, *x* Blinddarm (nach HEROLD aus KOLBE).



Fig. 192. Weibliche Geschlechtsorgane des Kiefernspinners. *r* die vier Eiröhren des einen Eierstocks, der andere ist abgeschnitten, *t* Eileiter, *sg* Samentasche mit Anhangsdrüse, *k* Kittdrüsen, *g* Scheide, *ps* Begattungstasche, *ps'* deren Mündung (nach SUCKOW).

Leitungswegen abgegliedert (Fig. 192). Agame Fortpflanzung findet sich ausnahmsweise oder regelmässig *(Psychidae)*; in Grösse, Färbung, Flügel- und Fühlerbildung ist Geschlechtsdimorphismus häufig, auch können innerhalb der Art Verschiedenheiten nach der Jahreszeit vorkommen.

Die aus den vielgestaltigen Eiern schlüpfenden Larven heissen Raupen (Fig. 193); sie sind walzige, weiche Geschöpfe mit 12 Leibesringen und harter Kopfkapsel,

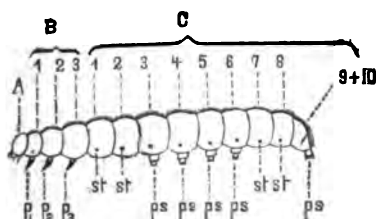


Fig. 193. Schmetterlingsraupe. A Kopf, B 1.—3. Brustring, C 1.—10. Hinterleibsring (9. und 10. verschmolzen, p1—p3 Brustfüsse, ps Bauchfüsse, st Stigmen (aus KOLBE).

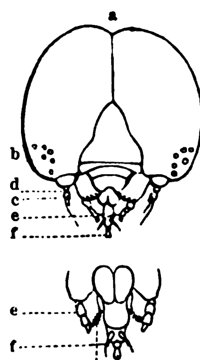


Fig. 194.

Vergrößerter Raupenkopf von vorn, darunter die Mundtheile von unten.
a Gabellinie;
b Punktaugen;
c Fühler;
d Oberkiefer;
e 4 gliederige Unterkiefertaster;
f 2 gliederige Lippentaster.

(aus LEUNIS).

die kauende Mundwerkzeuge und kurze Fühler sowie jederseits über den ersteren 4—6 Punktaugen trägt (Fig. 194). Die 3 ersten (Brust-)Ringe tragen stets je ein Fusspaar aus 5 kegelförmigen Gliedern und einer Klaue (Fig. 195a), der 6.—9. Ring je ein Paar stumpfer weicher Afterfüsse (Fig. 195b, c), der 12. zwei sog. Nachschieber. Gelegentlich fallen letztere, weit häufiger aber die ersten Paare Afterfüsse bis auf das am 9. Ringe aus (Spanner, Fig. 199). Bei freilebenden Raupen trägt das Endglied der Afterfüsse eine hufeisenförmige Doppelreihe von Häkchen (Klammerfüsse, Fig. 195b), bei den in Pflanzen oder in der Erde hausenden sowie den Raupen aller „Klein-

schmetterlinge“ einen geschlossenen Doppelring solcher (**Kranzfüsse**, Fig. 195c). Fast alle Raupen leben auf dem Lande und nähren sich von Pflanzenteilen. Nach der letzten Häutung werden sie zu einer bedeckten **Puppe**, die entweder frei auf oder in der Erde oder in Pflanzenkörpern ruht (Fig. 196), oder sich mittelst Spinnfäden befestigt (Fig. 197), oder endlich von einem mehr oder weniger festen Kokon umgeben ist. Das Larvenleben kann mehrere Jahre dauern, während der Falter meist nur wenige Wochen erlebt; jedoch überwintern viele Tagfalter.

Die herkömmliche Einteilung der Lepidoptera sondert sie in Tagfalter *(Rhopalocera)*, Schwärmer *(Sphinges)*, Spinner *(Bombyces)*, Eulen *(Noctuae)*, Spanner *(Geometrae)* und Kleinschmetterlinge *(Microlepidoptera)*, wovon die 2. bis 5. Gruppe als „Nachtfalter“ zusammengefasst wird. Wissenschaftlich begründet ist zwar nur die Sonderung von Familien, doch werden die obigen Bezeichnungen der Bequemlichkeit halber noch vielfach nebenher verwendet. Bei den folgenden Familienbeschreibungen konnte aus Platzgründen das charakteristische Flügelgeäder nicht berücksichtigt werden.



Fig. 195. Bewaffnung der Raupenfüsse; *a* grosse einfache Klaue eines Brustfusses, *b* Afterfuss mit hufeisenförmigem, *c* mit einem geschlossenen, ovalen, doppelten Hakenkranze (aus NITSCHE).

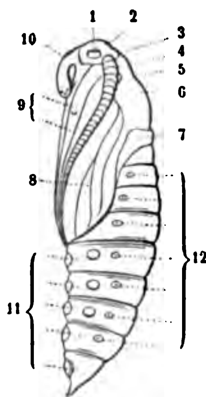


Fig. 196. Puppe des Ligusterschwärmers. 1 Augenhülle; 2 Kopfhülle; 4, 5, 6 Hülle der 3 Brustringe; 7 Hülle des Hinterflügels; 8 Hülle des Vorderflügels; 9 Fusshülle; 10 Rüsselhülle; 11 Hüllen der Bauchringe; 12 Luftlöcher (Stigmen) (aus LEUNIS).

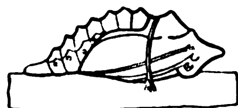


Fig. 197. Puppe des Baumweisslings, eckig, mit einem von der Raupe gesponnenen Faden umgürtet und an einem Zweigstück befestigt (aus LEUNIS).

A. *„Microlepidoptera“*.

Fam. *Tineidae*, Motten, Schaben. Vorderkiefer gross und beweglich; Nebenpalpen lang, 5gliedrig; Flügel schmal und zugespitzt, langgefranst. Die Raupen minieren in Pflanzenteilen oder verzehren trockne tierische Substanzen. — *Tinea pellionella* L., Kleidermotte.

Fam. *Nepticulidae*. Kleinste Schmetterlinge ohne Nebenaugen; Fühler kürzer als die Vorderflügel; am Grunde zu einem Augendeckel erweitert; Palpen hängend, Nebenpalpen lang fadenförmig, mehrgliedrig; Hinterflügel schmal lanzettlich. Die Raupen, 18füssig, minieren stets. — *Nepticula sericopeza* Zell. Ahorn-Miniermotte.

Fam. *Gracilariidae*. Ohne Punktaugen und Nebenpalpen; Fühler ohne Augendeckel; Palpen kurz, dünn, hängend; Rollzunge kurz und fein. Raupen mit 14, oft verkümmerten Füssen, in Blättern runde Minen ausfressend. — *Tischeria complanella* (Hbn.), Eichen-Miniermotte.

Fam. *Elachistidae*. Mittelgrosse bis kleine Falter, ohne Punktaugen und Nebenpalpen; Fühler mässig lang, ohne Augendeckel; Palpen vorgestreckt, kürzer als die Brust; beide Flügelpaare sehr schmal und zugespitzt, langgefranst. Die Raupen minieren zuerst in oberirdischen Pflanzenteilen, machen sich dann Säcke, in denen sie grossenteils versteckt sind und herumwandernd weiter minieren; Verpuppung im Sacke. — *Coleophora laricella* (Hbn.). Lärchen-Miniermotte (Fig. 198).

Fam. *Gelechiidae*. Grosse bis mittelgrosse Formen. Palpen meist stark ent-

wickelt, lang vorstehend oder aufgebogen; Flügel mittelbreit, in der Ruhe flach übereinandergeschoben. — *Gelechia dodecella* (L.).

Fam. *Hyponomeutidae*, Gespinstmotten. Ziemlich grosse bis kleine Formen. Nebenpalpen klein oder ganz fehlend; Rollzunge mässig entwickelt; Flügel breit dreieckig bis lanzettlich. Raupen teils gesellschaftlich in grossen Gespinsten, frei an Laubblättern fressend, teils in Trieben, Knospen, Nadeln minierend.

Fam. *Tortricidae*, Wickler. Kräftig gebaut; mit Punktaugen; Fühler borstenförmig; Rollzunge ziemlich kurz, ohne Nebenpalpen; Palpen wenig vorstehend oder hängend; Vorderflügel mehr oder weniger oblong, kurz gefranst, oft mit typischer Zeichnung durch paarweise am Vorderrande stehende helle Häkchen und durchgehende helle Querbänder, sog. Bleilinien; Hinterflügel breit. Raupen 16füssig; auf dem 1. Brustringe ein chitinisiertes Nackenschild und mit kurzen Borsten auf kleinen Wärzchen; sie wickeln sich Blätter oder Nadeln zu einer Wohnung zusammen, viele minieren auch. — *Evetria resinella* (L.), Harzgallenwickler.

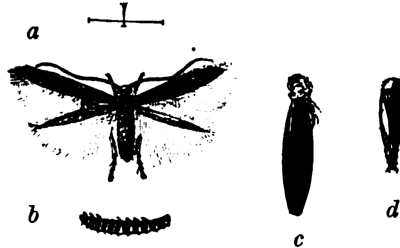


Fig. 198. *Coleophora laricella* (Hbn.). *a* Falter, *b* Raupe, *c* Raupensäckchen, *d* Puppe (a. HESS).

Fam. *Pyralididae*, Zünsler. Verhältnismässig grosse Falterchen; Vorderflügel dreieckig, Hinterflügel rundlich, beide kurzgefranst und oft gleichgezeichnet; Fühler beim Männchen gewimpert oder gekämmt; Rollzunge lang und stark, mit Nebenpalpen; Palpen sehr ansehnlich, den Kopf weit überragend. Raupen denen der Wickler ähnlich, einige Arten im Wasser lebend, auf dem dann auch die flügellosen weiblichen Falter schwimmen. — *Dioryctria abietella* (Schiff.), Zapfenzünsler.

Fam. *Cossidae*, Holzbohrer. Grosse Spinner mit kleinem Kopfe, ohne Punktaugen und Rollzunge, mit kurzen Fühlern und Beinen, dicht anliegend behaarten Vorderflügeln mit gerundeter Spitze und schrägem Saume und kurz gefransten Hinterflügeln. Raupe unbehaart mit starken Mundteilen, chitinisiertem Nackenschilde, einzelnen kurzen Börstchen und Kranzfüssen, im Holze nagend. — *Cossus cossus* (L.) Weidenbohrer.


Fig. 199. *Hibernia defoliaria*. Weibchen, Raupe, Männchen (aus TASCHENBERG).

Fam. *Sesiidae*, Glasflügler. Mittelgrosse bis kleine Schmetterlinge. Fühler spindelförmig, Flügel schmal, grösstenteils schuppenlos, glashell, Hinterleibsende mit Haarbusch; Tagtiere, stechenden Hautflüglern ähnlich. Raupen weisslich mit braunem

Kopfe, vereinzelten Haaren und einfachem Hakenkranze der Afterfüsse; leben und verpuppen sich im Innern von Pflanzen. — *Trochilium apiforme* (Clerck), (Fig. 112 B).

Fam. *Cymbidae*, Kahnspinner. Klein, eulen- oder wicklerähnlich, mit kurzen Flügeln, die das Hinterleibsende wenig überragen; Brust ungeschopft, Beine schlank. Raupen mit Klammerfüssen, Verpuppung in einem festen, kahnähnlichen Kokon. — *Halias chlorana* (L.), Weiden-Kahnspinner.

Fam. *Geometridae*, Spanner (Fig. 199). Mittelgross, meist schlank gebaut, mit schwachen Beinen, grossen, ziemlich gleichartigen Flügeln, die in der Ruhe dachartig ausgebreitet werden, meist ohne Nebenaugen; Fühler borstenförmig, bei den Männchen oft doppelt gekämmt; Rollzunge schwach, ohne Nebenpalpen; Palpen schwach. Bei den Weibchen mancher Arten verkümmern die Flügel. Meistens Nachttiere. Die Raupen haben nur am 10. und 12. Ringe Afterfüsse, weshalb sie sich nicht kriechend, sondern spannend bewegen; sie leben meist äusserlich an den Nährpflanzen. Die Puppen liegen meist lose in der Erde oder oberirdisch in lockeren Gespinsten. — *Chimatobia brumata* (L.), kleiner Frostspanner.



Fig. 200. *Agrotis vestigialis*, Männchen und Weibchen (aus HESS).

Fam. *Noctuidae*, Eulen. Mittelgross, kräftig gebaut, mit Punktaugen, borstenförmigen Fühlern, kräftiger Rollzunge ohne Nebenpalpen, aber kurzen, behaarten Palpen; Brust schopfähnlich behaart; Beine kräftig; Flügel in der Ruhe steil dachartig getragen, Vorderflügel lang dreieckig mit schrägem Saume, gewöhnlich düster gefärbt mit wiederkehrender „Eulenzeichnung“ aus Pfeil-, Nieren- und Ringfleck, zwischen denen gewellte Querlinien verlaufen (Fig. 200); Hinterflügel abgerundet, hell. Lebhafte Nachtfalter, gern an Blüten. Raupen nackt, 16füssig, vor den ersten beiden Häutungen oft nur 12—14füssig, ungesellig, meist äusserlich an Pflanzen, doch einzelne im Innern oder unterirdisch an Wurzeln. Puppen meist lose im Boden. — *Agrotis vestigialis* (Rott) Kiefern-Saateule (Fig. 200).

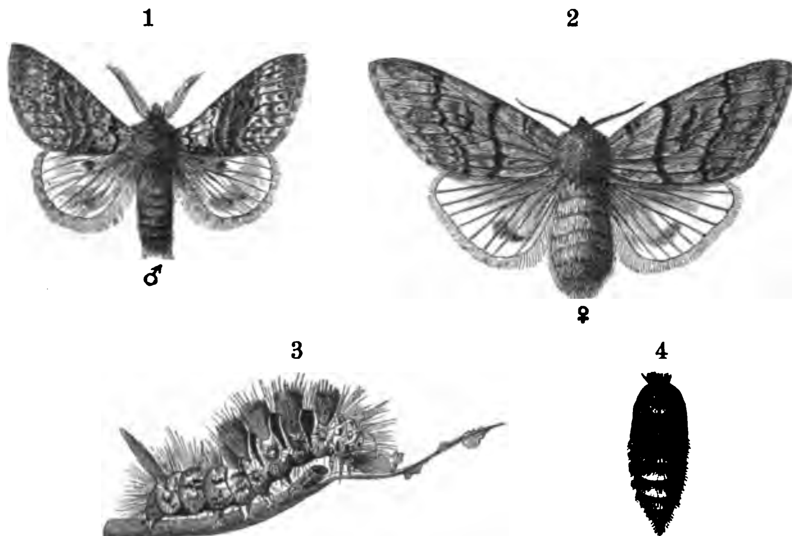


Fig. 201. *Dasychira pudibunda*. 1 Männchen, 2 Weibchen, 3 Raupe, 4 Puppe (aus HESS).

Fam. *Lasiocampidae* [*Bombycidae*], Glucken Kleine bis ziemlich grosse Spinner ohne Punktaugen, häufig mit behaarten Netzaugen, doppelt gekämmten Fühlern, verkümmertem Rüssel und Darm; Beine kurz und stark, Rumpf dick und gross mit wolliger Behaarung. Flügel breit, ohne Haftborste, Raupen 16füssig, dicht und weich behaart; Puppe in derbem Kokon. — *Dendrolimus pini* (L.), Kiefernspinner.

Fam. *Limantriidae* [*Liparidae*], Wollspinner (Fig. 201). Mässig grosse Spinner ohne Punktaugen, mit nackten Netzaugen, kurzen, beim Männchen lang gekämmten Fühlern, verkümmertem Rüssel und Darm; Hinterflügel breit, mit Haftborste. Raupen bald mit grossen aufrechtstehenden Haarbüscheln, bald mit knopfähnlichen langbehaarten Warzen. Puppe behaart, in wenigfädigem Gespinste. — *Lymantria monacha* (L.), Nonne.

Fam. *Thaumetopoeidae* [*Cnethocampidae*], Prozessionsspinner. Kleinere Falter ohne Punktaugen; Fühler zweireihig gekämmt; Rüssel fehlt, Palpen versteckt. Raupen dunkelköpfig, mit Querreihen lang und grau behaarter Warzen auf allen Leibesringen und dunkleren sammtartigen „Spiegelflecken" auf dem 4. bis 11. Ringe; auf diesen Flecken mikroskopisch kleine, spindelförmige Härchen mit Widerhaken, die leicht abbrechen und in der menschlichen Haut heftige Entzündungen hervorrufen; die Raupen leben meist gesellig in Gespinstnestern, bewegen sich zu Prozessionen geordnet umher. Verpuppung zu Kokons im Nest oder im Boden. — *Thaumetopoea* [*Cnethocampa*] *processionea* (L.), Eichen-Prozessionsspinner.

Fam. *Notodontidae*. Ohne Rollzunge, Nebenpalpen und Schienensporen; Flügelpaare durch einen Haftlappen des vorderen verbunden. Raupen dünn behaart. *Phalera bucephala* (L.), Mondvogel.

Fam. *Sphingidae*, Schwärmer, Abendfalter. Körper kräftig, Hinterleib gestreckt und zugespitzt. Flügel steif, sehr ungleich gross, vordere lang und schmal. Rüssel sehr lang. Raupen fleischig, nackt, buntfarbig, gewöhnlich mit einem Horn über dem After. Puppen lose im Boden. Tag- und Dämmerungstiere. — *Hyloecus* [*Sphinx*] *pinastri* (L.), Kiefernschwärmer.

Fam. *Pieridae*, Weisslinge. Ohne Punktaugen; Flügel breit, abgerundet, ganzrandig, vorwiegend weiss oder gelb gefärbt; Vorderschienen vollständig. Raupen dünn behaart; Puppen eckig, bunt gefleckt, mit einem Spinnfaden befestigt. — *Aporia crataegi* (L.), Baumweissling.

§ 75. 11. Ordn. **Diptera**, Zweiflügler.

Mit saugenden oder stechenden Mundteilen, häutigen Vorderflügeln, zu Schwingkölbchen verkümmerten Hinterflügeln und vollkommener Verwandlung.

Der Kopf ist durch einen dünnen Hals gegen die Brust frei beweglich, mit grossen Netzaugen und meist 3 Ocellen. Die Fühler zeigen alle Uebergänge von einer grossen Anzahl gleichartiger Glieder bis herab zu dreien, denen als viertes eine dünne Borste seitlich angesetzt ist (Fig. 202). Die Mundteile (Fig. 203) sind zu einem Rüssel umgebildet, der in der Ruhe meist eingeklappt getragen wird. Er wird 1. im unteren Teile als Halbrinne (Unterlippe) von den verschmolzenen Hinterkiefern hergestellt, deren Taster verschwunden oder als Endkissen (Labellen) erhalten sind; etwa der Unterlippe aufsitzende Palpen sind von den Mittelkiefern auf sie übergetreten. Die Unterlippe umschliesst 2. das eigentliche Saugrohr, das aus der Oberlippe und einer unteren vom Boden der Mundhöhle entspringenden Platte, dem Hypopharynx, gebildet wird. Nur bei stechenden Formen bleiben 3. die Ladenteile der Mittelkiefer als spitze Stechborsten erhalten, bei den blutsaugenden auch noch 4. die Vorderkiefer als stilett-

artige Gebilde. Die drei Brustringe sind eng verbunden, und der kurze Prothorax ist beinahe vom Metathorax verdeckt. Die Beine sind wohl entwickelte Laufbeine, ihre Tarsen endigen oft mit 2—3 Haftlappen zwischen den Klauen. Das eine vorhandene Flügelpaar, am 2. Brustringe, ist häutig; am Hinterrande jedes Flügels ist durch einen Einschnitt der Flügellappen abgegrenzt. Die verkümmerten Hinterflügel werden durch die gestielten Schwingkölbchen (Halteren) dargestellt, die mit Sinnesapparaten, wahrscheinlich statischen, ausgestattet sind (Fig. 204). Zu dem ansitzenden Hinterleibe treten nur 4—8 Ringe zusammen. Am Darme ist ein gestielter Saugmagen angebracht. Geschlechtlichen Dimorphismus bedingen hie und da grössere Augen, reichere Fühlergliederung, einfachere Mundteile des Männchens. Die Fortpflanzung ist bei vollkommener Verwandlung ovipar, bei den Fleischfliegen und vielen Raupenfliegen ovovivipar; bei den Lausfliegen machen die Larven sogar ihr Leben bis zur Verpuppungsreife im mütterlichen Uterus durch. Die walzigen oder kegel- bis spindelförmigen Larven sind stets fusslos, sonst sehr verschieden gebaut (Fig. 205—208). Solche mit einer abgesetzten Kopfkapsel, Fühlern und Punktaugen heissen eucephal, wenn statt dessen nur eine hinten offene Kieferkapsel vorhanden ist, hemicephal; fehlt auch diese samt echten Fühlern, Ocellen und Kiefern, an deren Stelle sich chitinige Mundhaken einstellen können, so haben wir die acephale Form. Die Verwandlung geschieht mit oder ohne Puppentönnchen; die Puppe ist teils eine freie, teils eine bedeckte. Die Larven führen eine sehr vielseitige Lebensweise: in Wasser und Erde, in und an Pflanzen, als Räuber und Parasiten; die Imagines findet man viel auf Blüten, manche sind blutsaugende — zeitweilige oder dauernde — Aussenschmarotzer. Auf die Art der letzten Häutung und des Ausschlüpfens der Imago gründet sich die systematische Einteilung der Zweiflügler.

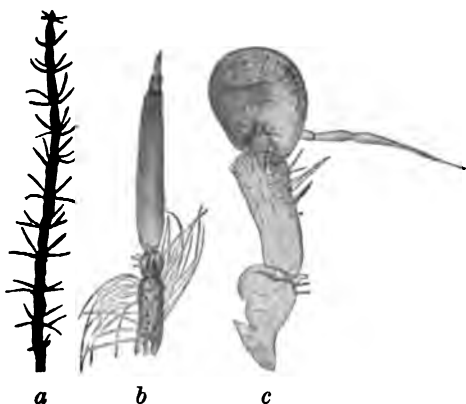


Fig. 202. Fühler von Dipteren. *a Tipula paludosa*, *b Bombylius minor*, *c Echinomyia fera* (nach WANDOLLECK).

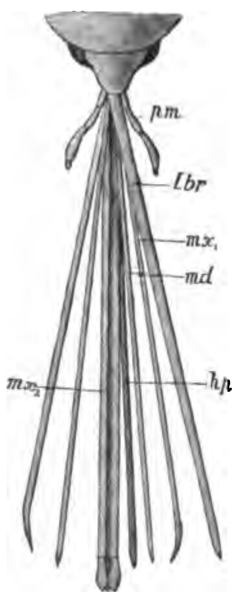


Fig. 203. Mundteile von *Culex*. *hp* Hypopharynx, *lbr* Oberlippe, *md* Vorder-, mx_1 Mittel-, mx_2 Hinterkiefer, *pm* Taster der Mittelkiefer (aus LANG).

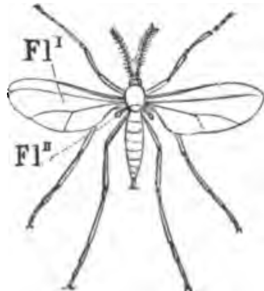


Fig. 204. Weibliche Gallmücke, *Cecidomyia*, stark vergrössert. Fl I gut ausgebildeter Vorderflügel, Fl II zum Schwingkölbchen verkümmerter Hinterflügel (aus NITSCHE).

§ 76. 1. Unterordn. Orthorrhapha.

Stets Mumienpuppe. Die letzte Larvenhaut wird mit einer Tförmigen Spalte gesprengt, entweder vor der Verpuppung oder von der ausschlüpfenden Imago, deren Puppe in der Larvenhaut eingeschlossen war. Fühler drei- bis vielgliedrig.

Fam. *Culicidae*, Stechmücken. Ohne Punktaugen; Fühler 15gliedrig, beim Männchen stark behaart; Weibchen mit ausgebildetem Stechrüssel. Larven (Fig. 209) eucephal, im Wasser

mit dem Kopfe nach unten, mit unpaarer Atemröhre am 8. Abdominalringe; Puppe (Fig. 209) frei beweglich im Wasser, mit zwei Atemröhren am Brustabschnitt. Nur die Weibchen können stechen.

Fam. *Cecidomyidae*, Gallmücken (Fig. 204). Kleinste Mücken; Fühler bis 36gliedrig. Schienen ungespornt; Hinterleib mit Legeröhre. Larven meist orangegelb,

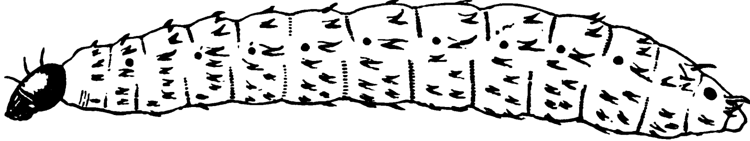


Fig. 205. Eucephale Larve von *Bibio* (aus SHARP).

hemicephal mit kurzen 2gliedrigen Fühlern; am 3. Ringe auf der Unterseite oft eine vorstreckbare chitinige Brustgräte (Fig. 210) als Bewegungsorgan; leben zumeist im Innern von Pflanzen, wo sie Gallbildungen hervorrufen. Puppen öfters in einem zarten Kokon. — *Cecidomyia saliciperda* Duf, Weiden-Gallmücke.

Fam. *Tipulidae*, Schnaken (Fig. 211). Grosse Mükken ohne Punktaugen, mit kurzem Rüssel ohne Stechborsten, 4gliedrigen Tastern mit langem, oft peitschenartigem Endgliede und äusserst langen Beinen. Larven hemicephal mit starken Kiefern, Körper gestreckt walzenförmig

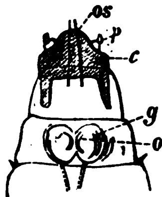


Fig. 206. Schematische Darstellung des Kopfendes einer Cecidomyiden-Larve (hemicephal). *os* rudimentäre Mundteile, *p* Taster, *c* Kopfkapsel, *g* Oberschlundganglion, *o* Augenflecken (nach MARNO aus HAYEK).

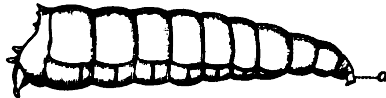


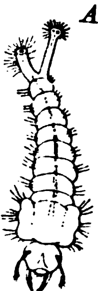
Fig. 207. Acephale Larve der Schmeissfliege. *a* der vorgestülpte Kopf (nach LOWNE aus SHARP).



Fig. 208. Kopfende einer acephalen Dipterenlarve, schematisch. *an* Fühlerwarzen, *o* Mundöffnung, daneben die Mundhaken (nach MARNO aus HAYEK).

mit abgestutztem Hinterende, wo sechs Fleischwarzen zwei grosse chitinisierte Stigmen umgeben (Fig. 212); sie leben in faulem Holze oder in der Erde an Wurzeln. Puppen langgestreckt, mit Atemröhren an der Vorderbrust. — *Pachyrrhina pratensis* (L.). Weidenschnake.

Fam. *Tabanidae*, Bremsen. Stattliche Fliegen mit breitem Kopfe,



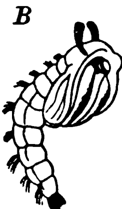


Fig. 209. *Culex annulatus*, *A* Larve, *B* Puppe (aus LEUNIS).

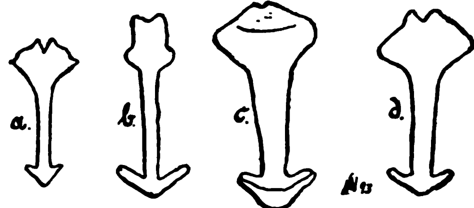


Fig. 210. Brustgräte der Larve von *Cecidomyia saliciperda* (aus NITSCHE).

grossen Augen und 3gliedrigen Fühlern; Rüssel dick, vorgestreckt, nur bei den ♀ mit Vorderkiefern als Stechborsten; Hinterleib plattgedrückt. Larven leben im Boden oder im Wasser von anderen Insektenlarven. — *Tabanus bovinus* Loew, Rinderbremse.

§ 77. 2. Unterordn. Cyclorrhapha.

Stets freie Puppen, die in der letzten Larvenhaut (Tönnchen) liegen bleiben; diese wird von der ausschlüpfenden Fliege durch eine kreisrunde Spalte gesprengt.

1. Ueberfam. Aschiza.

Die Fliege sprengt das Tönnchen, indem sie ihre noch weiche Kopfkapsel durch Blutdruck aufbläht.

Fam. *Syrphidae*, Schwebfliegen. Lebhaft gefärbte, stark behaarte Fliegen, die stechenden Hymenopteren mimetisch ähneln. Larven teils mit langer Atemröhre (Fig. 213), in Mistjauche lebend oder blutegelähnlich, auf Pflanzen von Blattläusen sich nährend; Puppen tropfenähnlich an Blättern hängend. — *Syrphus pyrastri* (L.), blaue Schwebfliege.



Fig. 211. *Tipula.* Larve, Puppe und Imagines (aus HENSCHEL).

2. Ueberfam. Schizophora.

Beim Ausschlüpfen wird eine häutige Blase aus einer Stirnspalte herausgetrieben, die den Deckel vom Tönnchen absprengt. Nach dem Wiedereinziehen der Blase bleibt die Spalte erhalten.

Fam. *Tachinidae*, Raupenfliegen. Stirn 3geteilt; Halteren unter einem ganz innen vom Flügel abgezweigten gewölbten Schüppchen verborgen; Fühlerborste nackt; Hinterleib 4ringlig mit wechselndem Borstenbesatz. Larven acephal, mit 1 Paar Stigmen am ersten und letzten Ringe; letztes Paar auf der abgestutzten Hinterfläche als sechs grade Spalten in zwei chitinisierten Stigmenplatten (Fig. 214); leben entoparasitisch in anderen Insekten, namentlich Schmetterlingsraupen. Die Fliegen kleben teils die weissen Eier an die Wirte an,



Fig. 212. Hinterleibsende der Larve von *Tipula melanoceros* mit Hörnern, Borsten, Stigmen und Afterwülsten, von hinten gesehen (aus NITSCHE).





Fig. 213. *Eristalis tenax* a Fliege, b Larve (aus CLAUS).



Fig. 214. Hintere Stigmenplatten einer Tachinenlarve. 30|1 n. Gr. (aus NITSCHE).



Fig. 215. *Echinomyia fera* (aus KOLBE).

teils durchlaufen die Larven einen grossen Teil ihrer Entwicklung in der spiralig aufgerollten Scheide der Mutter, werden also lebendig geboren. — *Echinomyia fera* (L.) (Fig. 215). — Aehnliche Lebensweise führen einzelne Arten der Fleischfliegen *(Sarcophagidae)*, deren Larven sich sonst von faulenden Exkrementen nähren.

Als *Pupipara*, Lausfliegen werden mehrere Familien ektoparasitischer Fliegen zusammengefasst, die oft plattgedrückt sind, einen gegen die Brust zurückschlagbaren Kopf mit gradeaus gerichtetem Rüssel und kräftige Laufbeine haben; die Flügel sind bald dauernd vorhanden, bald können sie abgeworfen werden, bald fehlen sie ganz (Fig. 216). Die Entwicklung geschieht in der zum Uterus erweiterten Scheide, wo sich die Larve von dem reichlich eingeführten Samen nährt; geboren wird die Larve verpuppungsreif oder schon verpuppt. Meist an der Haut von Warmblütern, selten von Insekten. — *Lipoptena cervi* (L.), Hirschlausfliege (Fig. 216 a).

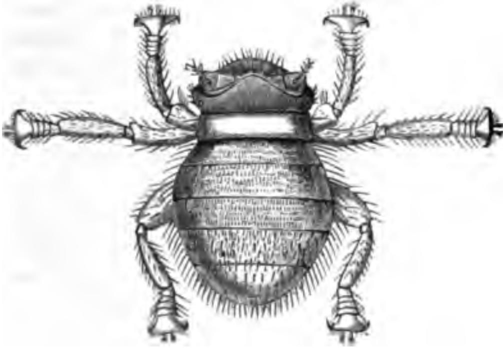


Fig. 216. *Braula coeca* (nach Meinert aus SHARP).

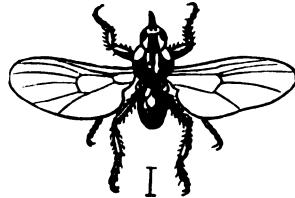


Fig. 216 a. *Lipoptena cervi* (aus HAYEK).

Fam. *Oestridae*, Biesfliegen. Mundteile oft ganz verschwunden. Die acephalen, auf den Ringen Querreihen von Stacheln tragenden Larven („Engerlinge") leben unter der Haut, in den Kopfhöhlen oder im Magen von Säugetieren, verpuppen sich aber stets nach Verlassen des Wirts in der Erde. — *Hypoderma diana* Brau., Rehdasselfliege (Fig. 217).

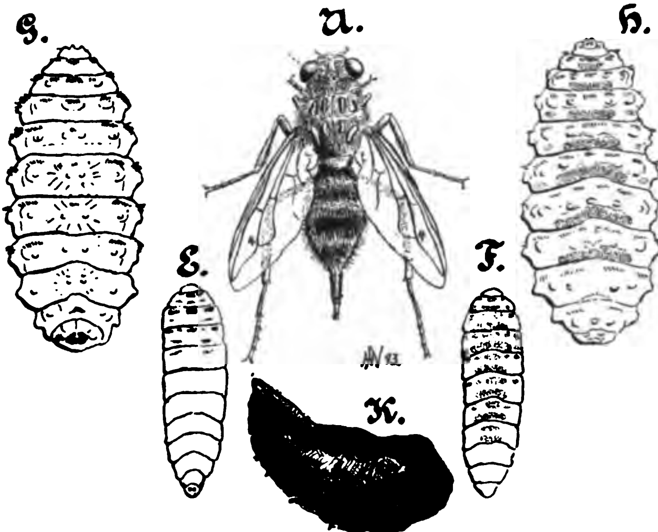


Fig. 217. *Hypoderma diana*. *A* Weibchen, *E* und *F* Larve des 2. Stadiums von oben und unten, *G* und *H* dsgl. des 3. Stadiums, *K* Tönnchenpuppe (aus NITSCHE).

12. Ordn. Siphonaptera [Aphaniptera], Flöhe.

Stets flügellose Insekten; nur zwei seitlich stehende Punktaugen an dem breiten Kopfe; Mundteile zu einem Saugrohr mit Stechborsten umgewandelt; die 3 Brustringe gleichartig, frei beweglich, auch der Prothorax mit Stigmen; Beine lang, zum Springen eingerichtet, an Grösse nach hinten zunehmend; Hinterleib sehr gross. An der Kopfunterseite und am oberen Hinterrande von Brust- und Hinterleibsringen kammartige Reihen von Chitinstacheln. Vollkommene Verwandlung: Larven gestreckt, fusslos mit deutlichem Kopf und kauenden Mundteilen. Verpuppung in einem seidenartigen Kokon.

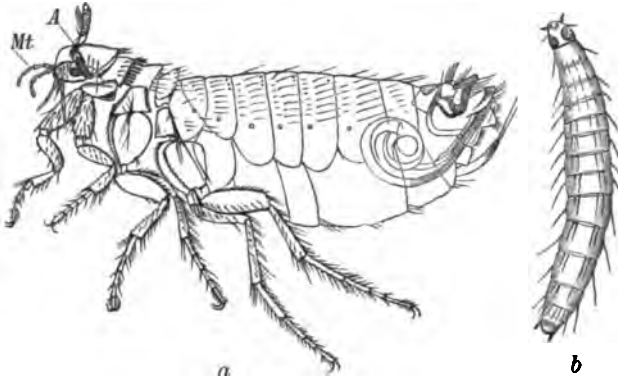


Fig. 218. *a Ceratophyllus columbae* ♂. *A* Antennen, *Mt* Taster der Mittelkiefer. *b* Larve von *Pulex irritans* (nach TASCHENBERG aus CLAUS-GROBBEN).

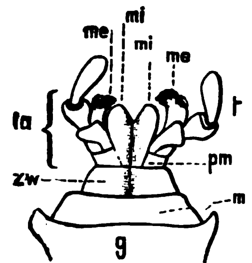


Fig. 219. Unterlippe eines Raubkäfers von unten. *la* vorderer Abschnitt (Ligula), *me* äussere Laden (Paraglossen), *mi* innere Laden *t* Taster, *pm* Tasterträger, *zw* Kinn, *m* Unterkinn, *g* Kehle (aus KOLBE).

Die Larven leben im Kot und Moder, die Imagines sind Ektoparasiten an Warmblütlern, u. zw. nur an solchen, die ein Lager oder Nest haben: Primaten, Fledermäusen, Raub- und Nagetieren, Vögeln. — *Ceratophyllus columbae* (Steph.) Hühnerfloh (Fig. 218).

13. Ordn. Coleoptera, Käfer.

§ 78. Allgemeines. Mit kauenden Mundwerkzeugen, grosser freier Vorderbrust, zu Flügeldecken umgebildeten Vorderflügeln und vollkommener Verwandlung.

Die Körperform ist sehr mannigfaltig, linear bis fast kugelig. Am Kopfe sind die einzelnen Bezirke wie Gesicht, Wangen, Kehle meist durch deutliche Nähte getrennt, die Fühler gewöhnlich 11gliedrig, sonst ganz verschieden gebaut; die ansehnlichen Netzaugen wechseln von kreisrunder bis zu nierenförmiger und selbst zweigeteilter Form; Punktaugen fehlen fast immer. Die Vorderkiefer sind kräftige Beisszangen, weicher dagegen die Laden der Mittelkiefer, deren Palpen 4gliedrig sind; die Hinterkiefer sind grösstenteils zu einer rechteckigen Unterlippe verschmolzen, ihre Palpen 3gliedrig (Fig. 219). Der sehr hervortretende Prothorax (Halsschild) und der die Flugmuskeln enthaltende Metathorax überwiegen an Grösse erheblich den Mesothorax. Für den Flügelbau ist die Umwandlung des ersten Paares zu harten Flügeldecken (Elytren) bezeichnend, die in der Ruhe die zusammengefalteten Hinterflügel und den Hinterleib verbergen; auch von der Mittel- und Hinterbrust lassen sie nur ein vorderes kleines Dreieck (Scutellum) an der ersteren frei. Beim Fluge werden sie zwar abgespreizt, aber nicht bewegt. Gelegentlich lassen die Flügeldecken die letzten Abdominaltergite frei, die dann ein stärker chitinisiertes Pygidium darstellen (Fig. 257). Die Laufbeine zeigen nicht selten am Fusse eine Sohlenbildung („Gangbeine"); die Vorderbeine

können, z. B. bei den Blatthornkäfern, zu Grab-, die Hinterbeine zu Schwimmfüssen werden (Fig. 223). Meistens beträgt die Zahl der Tarsenglieder 5 (pentamere Käfer), doch findet sich auch das vorletzte so schwach entwickelt, dass es von dem 3. fast verdeckt wird (tetramere, besser kryptopentamere K.; Fig. 220); bei weiterer analoger Verkürzung auf 4 Glieder ist der Fussbau trimer oder kryptotetramer; Käfer endlich, die an den beiden ersten Beinpaaren 5gliedrige, am hinteren 4gliedrige Tarsen haben, heissen Heteromera.

Der je nach der Ernährung verschieden lange, aber stets gewundene Darm besitzt bei den Fleisch- und Holzfressern einen Kaumagen; die Malpighischen Gefässe treten zu 4 oder 6 auf. Die Eiröhren sind stets zahlreich vorhanden, die Hoden einfach schlauchförmig oder aus Follikeln zusammengesetzt; in vielen Fällen ist die äussere Verschiedenheit der Geschlechter in Grösse, Farbe und Ausbildung einzelner Körperteile (Fühler, Chitinverlängerungen etc.) sehr bemerklich. Unter den Larven tritt bei freier Lebensweise die campodeaähnliche Form (Fig. 224) häufig auf, während die in der Erde, in Pflanzen und als Schmarotzer lebenden mehr madenähnlich mit verkürz-

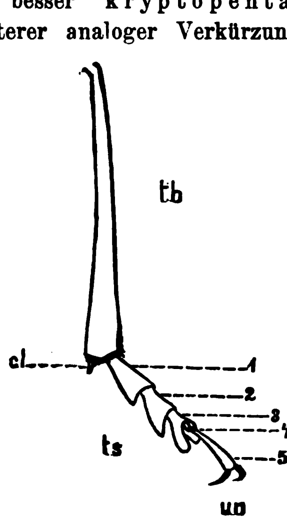


Fig. 220. Schiene und Fuss eines Bockkäfers. *tb* Schiene, *cl* deren Endsporn, *ts* Fuss, *1—5* dessen fünf Glieder, *un* Krallen (aus KOLBE).

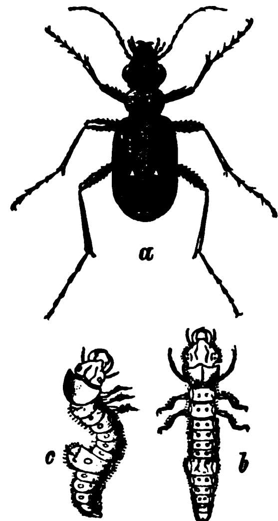


Fig. 221. *a Cicindela campestris*, *b, c* deren Larve mit den beiden Haken auf den verdickten 5. Abdominaltergite (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).





Fig. 222. *Calosoma sycophanta*. *A* Käfer, *B* Larve (aus LEUNIS).



Fig. 223. *Dytiscus latissimus* ♂ (aus LEUNIS).

ten oder ganz geschwundenen Beinen sind, aber stets eine ausgebildete Kopfkapsel und beissende Mundwerkzeuge haben. Die Puppen sind immer freie und liegen öfters in einem Kokon oder in der besonders hergerichteten Larvenwohnung.

§ 79. 1. Unterordn. **Adephaga.**

Hinterflügel mit Queradern; die Hoden einfache Schläuche; Eiröhren polytroph;

4 Malpighische Gefässe; Larven campodeaähnlich, mit 2gliedrigen Tarsen. Ursprünglich nur Fleischfresser.

Fam. *Cicindelidae*, Sandlaufkäfer. Innenladen der Mittelkiefer verlängert, an der Spitze mit einem beweglichen Haken versehen; Augen gross, hervortretend; Laufbeine sehr lang. Rasch fliegende und laufende Räuber. Gleichfalls räuberisch die Larven, von gestreckter Form, leben in senkrechten Erdröhren, in denen sie sich mit 2 Häkchen auf dem verdickten 5. Hinterleibsringe festhalten. — *Cicindela campestris* L., Grüner S. (Fig. 221).

Fam. *Carabidae*, Laufkäfer. Fühler fein behaart. Mittelkiefer ohne beweglichen Zahn an den Innenladen; Aussenladen 2gliedrig, tasterförmig; alle Beinpaare gleichmässige Laufbeine. Die gleich den Imagines fleischfressenden Larven mit 2 Fortsätzen an der Hinterleibsspitze, laufen umher. Manche Arten verzehren auch Samen. — *Calosoma sycophanta* L., grosser Puppenräuber (Fig. 222).

Fam. *Dytiscidae*, Schwimmkäfer. Fühler nackt; Mundteile wie bei den Laufkäfern; Hinterbeine abgeplattet, mit starkem Borstenbesatz als Schwimmfüsse; Körper breit und flach. Vordertarsus des ♂ zu einer Saugscheibe umgestaltet, womit es sich während der Paarung am ♀ festhält. Larven sehr gestreckt, Vorderkiefer in hohle Saugzangen verwandelt, Mundöffnung geschlossen; sind arge, auch der Fischbrut gefährliche Räuber. — *Dytiscus latissimus* L., Breitrand (Fig. 223).

2. Unterordn. **Polyphaga.**

Queradern der Hinterflügel ausgefallen; Hoden aus Follikeln zusammengesetzt; Eiröhren telotroph; 4 oder 6 Malpighische Gefässe; Larven entweder mit Beinen, dann Tarsen 1gliedrig, oder beinlos; Form campodeaähnlich, engerlings- bis madenförmig. Ernährung sehr verschiedenartig.

§ 80. Ueberfam. **Staphylinoideae.**

Fühler einfach oder mit vergrösserten, eine ungeblätterte Keule bildenden Endgliedern; Gliederzahl der Tarsen wechselnd; 4 Malpighische Gefässe; Larven nie engerlings- oder madenförmig.

Fam. *Staphylinidae*, Kurzflügler, Raubkäfer. Form langgestreckt; Flügeldecken kurz, gewöhnlich nur 2 Hinterleibssegmente und die gefalteten Flügel bedeckend; Larven campodeaähnlich. In beiden Zuständen vielfach flinke, auch holzbewohnenden Insekten nachstellende Räuber. — *Ocypus olens* (Müll.), Stinkraubkäfer (Fig. 224).

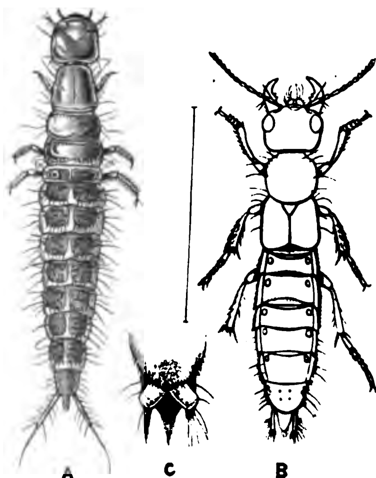


Fig. 224. *A* Larve von *Philonthus nitidus* (nach SCHIÖDTE), *B Ocypus olens*, *C* dessen Hinterleibsspitze mit den Stinkdrüsen (aus SHARP).



Fig. 225. Silpha quadripunctata (aus TASCHENBERG).

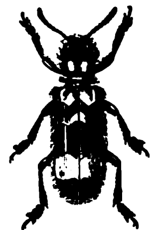


Fig. 226. *Clerus formicarius* (aus LEUNIS).

Fam. *Silphidae*, Aaskäfer. Fühler keulenförmig, Flügeldecken den Hinterleib bald bedeckend, bald ein Pygidium freilassend. Die meisten nähren sich ebenso wie ihre Larven von faulenden Tierkörpern, z. B. die Totengräber *(Necrophorus)*,

andere rauben Insekten und sonstige kleine Tiere, z. B. *Silpha quadripunctata* L. (Fig. 225).

§ 81. 2. Ueberfam. Diversicorna.

Fühler sehr verschieden gebildet, einfach, gesägt oder gezähnt oder mit Keule etc. Tarsen 5—1gliedrig; Larven campodeaähnlich, bisweilen beinlos, selten engerlingsartig.

Fam. *Cantharidae* [*Malacodermata*], Weichkäfer. Langgestreckte Käfer mit weichem, biegsamem Integumente, mannigfach gebildeten Fühlern und 5gliedrigen Tarsen; durch Absonderung scharfer Säfte vor Feinden geschützt; die Larven sind Fleischfresser, die Käfer zernagen vielfach Laub.

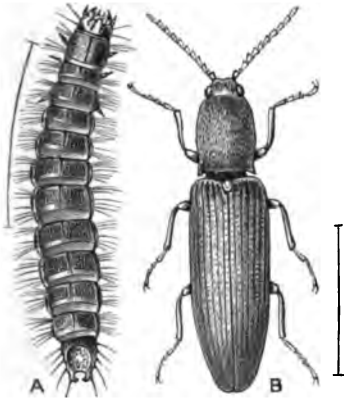


Fig. 227. *Athous rhombeus.* A Larve, B Weibchen (aus SHARP).

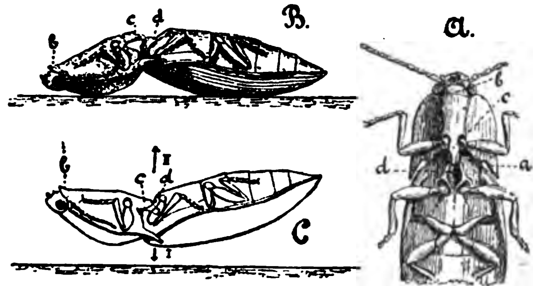


Fig. 228. *Corymbites aeneus L.* *A* von der Bauchseite. *B* im Profil in der Stellung vor dem Sprunge, den Bruststachel am Rande der Brustgrube angestemmt. *C* im Profil im Anfange des Sprunges. *a* Ecken des Halsschildes, *b* vordere Verlängerung der Vorderbrust, *c* Bruststachel, *d* Brustgrube. Pfeil I Richtung des Stosses, Pfeil II Richtung des Rückstosses (aus NITSCHE).

— *Lampyris noctiluca* L., Glühwürmchen (Fig. 60); *Cantharis fusca* L., schwarzer Weichkäfer.

Fam. *Cleridae*, Buntkäfer. Fühler meistens gekeult; 2.—4. Tarsenglied zu Haftlappen verlängert; Käfer bunt gezeichnet. Stellen nebst ihren Larven den holzbewohnenden Insekten nach. — *Clerus formicarius* L., ameisenartiger Buntkäfer (Fig. 226).

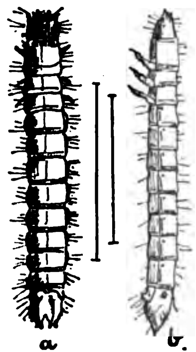


Fig. 229. Elateridenlarven. *a Lacon murinus* vom Rücken, *b Agriotes lineatus* von der Seite (aus NITSCHE).

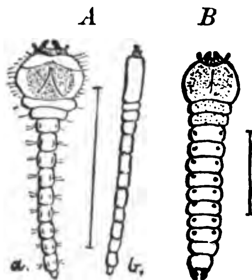


Fig. 230. Buprestidenlarven. *A Chrysobothrys*, *a* von oben, *b* von der Seite. *B Agrilus* (aus NITSCHE).



Fig. 231. *Agrilus viridis* (aus HESS).

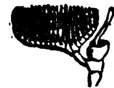


Fig. 232. Mittelkiefertaster mit Quastenanhang von *Hylecoetus dermestoïdes* (aus NITSCHE).

Fam. *Nitidulidae*, Glanzkäfer. Fühler mit 3gliedriger Keule; Hüften nach aussen verlängert. Von den zahlreichen kleinen Arten sind einzelne als Zerstörer von Blüten schädlich, andere leben wie die vorige Familie, z. B. *Rhizophagus depressus* (F.) in Borkenkäfergängen.

Fam. *Elateridae*, Schnellkäfer (Fig. 227). Kopf oft in das Halsschild eingezogen, vorgestreckt oder etwas geneigt, Fühler gesägt bis gekämmt, Mundteile ausgebildet; Hinterecken des Halsschildes spitzenartig nach hinten ausgezogen, dieses gegen die Mittelbrust sehr frei beweglich und in einen nach hinten gerichteten Stachel verlängert, der in einer entsprechenden Vertiefung der Mittelbrust ruht, eine Vorrichtung, die der Käfer benutzt, um sich aus der Rückenlage in die Höhe zu schnellen, indem er die Spitze des Stachels gegen den Vorderrand der Grube stemmt und diesen dann in die Grube einschnappen lässt; so gelangt das Tier wieder auf die Beine (Fig. 228). Die Larven („Drahtwürmer") sind langzylindrisch, ganz glatt und gelblich mit abgeplattetem Kopfe, kurzen Beinen und einer zapfenartigen Afterröhre an der Unterseite des letzten Ringes; die einen sind etwas abgeplattet mit nach hinten abgeschrägtem Afterringe, der einen tiefen, von zwei kurzen Spitzen begrenzten Ausschnitt hat (Fig. 229 a); die andern sind drehrund mit kegelförmig zugespitztem Afterringe (Fig. 229 b). Die Käfer sind Pflanzen-, ihre meist in der Erde lebenden Larven Allesfresser, daher den Samen und Keimlingen von Kulturpflanzen schädlich. — *Corymbites aeneus* (L.) Erzschnellkäfer.

Fam. *Buprestidae*, Prachtkäfer. Mit hartem, meist metallglänzendem Hautskelett; Rückenseite flacher als die Bauchseite; Kopf senkrecht, bis zu den Augen in das Halsschild eingezogen; Fühler innen gesägt; Mundteile kurz, öfters etwas verkümmert, Hinterecken des Halsschildes nicht verlängert; Bruststachel kurz, unbeweglich. Larven dünn, weisslich, weich, ohne Augen und Füsse, Kopf teilweise von dem übergreifenden Prothorax verdeckt; Labialtaster fast verschwunden; die Brust verbreitert und flach, oberseits stark chitinisiert; die Mehrzahl hat den Prothorax besonders stark in die Quere gezogen und das letzte Hinterleibsglied abgerundet (Fig. 230 A), bei einigen ist jenes weniger ausgeprägt und der letzte Ring in zwei starke Spitzen ausgezogen (Fig. 230 B). Die Käfer leben auf Blüten, die Larven fressen in Baumrinde und Holz lange geschlängelte Gänge aus, an deren Ende sie sich in einer elliptischen Erweiterung (Puppenwiege) verpuppen; aus dieser nagt sich die Imago durch ein querovales Flugloch heraus. — *Agrilus viridis* (L.), Buchenprachtkäfer (Fig. 231).



Fig. 233. Larve von *Hylecoetus dermestoides* (aus NITSCHE).

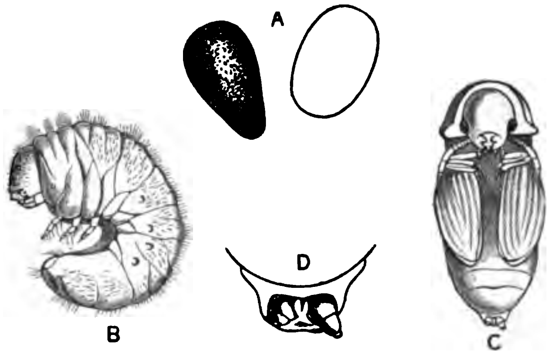


Fig. 234. Entwicklungsstufen von *Anobium paniceum*. *A* Eier, *B* Larve, *C* Puppe, *D* unsymmetrische Fortsätze an deren Hinterleibsende (aus SHARP).

Fam. *Lymexylonidae*, Werftkäfer. Langgestreckte, weichhäutige Käfer mit kurzen, gesägten Fühlern; ♂ bisweilen mit grossem büschelförmigem Anhange am Mittelkiefertaster (Fig. 232). Larven langgestreckt, mit kapuzenähnlich vorragender Vorderbrust und kurzen Beinen, entwickeln sich in totem Holze (Fig. 233). — *Hylecoetes dermestoides* (L).

Fam. *Anobiidae*, Nagekäfer. Kleine, dunkle Käfer; Kopf vom Halsschild überdeckt; Vorderhüften klein; 1. Glied der 5gliedrigen Tarsen gross. Larven weisslich, dick, bauchwärts eingekrümmt, mit Querwülsten auf dem Rücken und kurzen

Füssen (Fig. 234). Alle Stadien in trocknen Pflanzenteilen, wo Larven und Käfer Gänge nagen; Fluglöcher klein, zirkelrund; überrascht stellen sich die Käfer tot. — *Anobium rufovillosum* de Geer (Fig. 235).

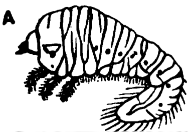
Fam. *Ligniperdidae* [*Bostrychidae*], Bohrkäfer. Erstes Glied der 5gliedrigen Tarsen sehr klein; Vorderhüften gross; Flügeldecken hinten meist mit zähnetragendem Absturze (vgl. S. 66); Larven denen der Nagekäfer ähnlich, entwickeln sich im Holze von Angiospermen, wo die Käfer Brutgänge ausfressen. — *Apate capucina* (L.) (Fig. 236).

Fam. *Dermestidae*, Speckkäfer. Kopf gesenkt, meist mit einem Punktauge auf der Stirn; Fühler kurz, mit breiter Keule, in einer Vertiefung an der Unterseite zu verbergen, desgleichen die Oberschenkel der Hinterbeine in einer Rinne der Hinterhüften. Larven flinklaufend, campodeaähnlich, mit Haarbüscheln am Hinterleibe, die fächerartig gespreizt werden können. Leben von trocknen pflanzlichen und tierischen Stoffen. — *Dermestes lardarius* L., Speckkäfer (Fig. 237).



Fig. 235. *Anobium rufovillosum* (aus HENSCHEL.)

Fam. *Coccinellidae*, Marienkäfer. Körper halbkugelig; Kopf grossenteils vom Prothorax überdeckt; Tarsen 4gliedrig, aber das winzige dritte Glied in einer Rinne des 2. versteckt. Bei Berührung lassen die Käfer an den Gelenkhäuten der Beine Blut austreten, das ätzend wirkt. Larven bunt, kräftig, parallelseitig, mit Warzen und Stacheln besetzt, mit kräftigen Beinen; verzehren wie die Käfer Blattläuse und Milben auf Pflanzen (Fig. 238). — *Halyzia ocellata* (L.), Fichten-Marienkäfer.



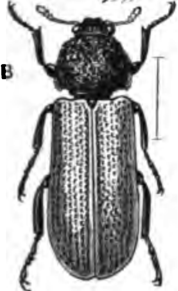


Fig. 236. *Apate capucina*. A Larve. B Imago (aus SHARP).



Fig. 237. *Dermestes lardarius* (aus LEUNIS).



Fig. 238. *Coccinella*-Larve (a. HAYEK).

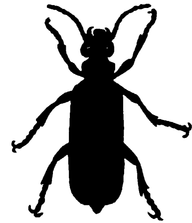


Fig. 239. *Lytta vesicatoria* (aus HESS).

§ 82. 3. Ueberfam. Heteromera.

Fühler meist einfach, Tarsen heteromer; fast immer 6 Malpighische Gefässe; Larven meist mit kurzen Beinen.

Fam. *Meloidae*, Oelkäfer. Weichhäutig, mit senkrechtem, hinter den Augen erweitertem und dann plötzlich halsähnlich verengtem Kopfe; Halsschild schmäler als die Flügeldecken; Hüften zapfenartig vorstehend; aus den Beingelenken tritt bei Berührung ein scharfer ölartiger Saft hervor, der auf der menschlichen Haut Blasen zieht. Käfer fressen Blätter; Larvenentwicklung eine Hypermetamorphose: 1. Stadium campodeaähnlich, entschlüpft den im Boden abgelegten Eiern und besteigt Blüten, von wo sich die Larven durch Bienen in deren Nest tragen lassen; daselbst leben sie von Eiern und Brut ihrer Wirte und verwandeln sich durch mehrere Häutungen in blinde, engerlingähnliche Tiere, die vom Honig leben; mit der 5. Häutung werden sie zu einer braunen Tönnchenpuppe, als die sie überwintern, woraus im Frühling wieder die enger-

lingsähnliche Form schlüpft; erst die 7. Häutung führt zur normalen Pupa libera, aus der die Imago kommt. — *Lytta vesicatoria* (L.), Spanische Fliege (Fig. 239).

§ 83. 4. Ueberfam. **Phytophaga.**

Fühler meist einfach; Tarsen krytopentamer mit breiter Sohle der ersten 3 Glieder; 6 Malpighische Gefässe. Larven mit ausgebildeten bis stummeligen Beinen oder fusslos.

Fam. *Cerambycidae*, Bockkäfer (Fig. 240). Kopf geneigt; Fühler in einer Ausrandung der Augen eingefügt, meist länger als der halbe Körper oder viel länger

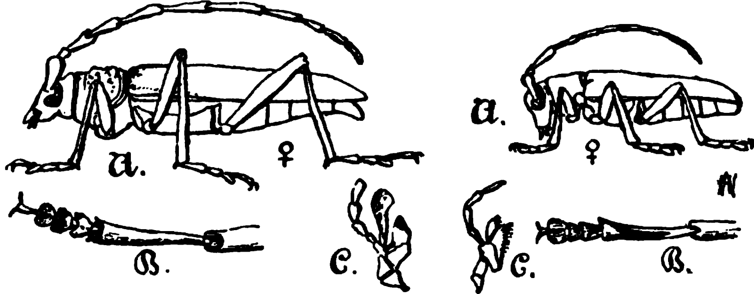


Fig. 240. Links *Cerambyx cerdo*, rechts *Saperda carcharias*. *A* Käfer in natürlicher Grösse im Profil. *B* Innenseite des linken Vorderbeines, um die Sohlenbildung und bei *Saperda* die Furche der Schiene zu zeigen. *C* rechter Kiefer des zweiten Paares mit Taster, von unten (aus NITSCHE).

als der ganze, fadenförmig, mit sehr grossem 1. und sehr kleinem 2. Gliede; Kiefer stark; Beine lang und schlank, Schenkel häufig keulig verdickt, Fusssohle deutlich behaart. Larven (Fig. 241), da verborgend lebend, weisslich, mit brauner Kopfkapsel, woran starke Mundteile und deutliche Labialtaster (Gegensatz zu den ähnlichen Prachtkäferlarven); auf der Kopfkapsel durch eine Gabellinie ein vorderes dreieckiges Mittel-

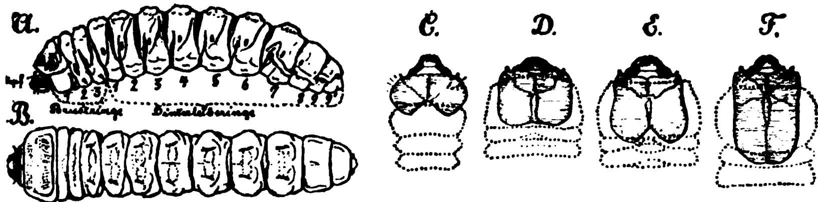


Fig. 241. *A* und *B* Larve von *Cerambyx cerdo* in 2/3 natürlicher Grösse von der Seite und von oben. Bei *A* Füsse und Stigmata erkennbar. Original. *C—F*, schematische Darstellungen der Kopfkapsel und deren Verhältnis zu den punktiert angedeuteten Brustringen. *C* von *Rhagium inquisitor*, *D* von *Cerambyx cerdo*, *E* von *Prionus coriarius*, *F* von *Saperda carcharias*. Diese Schemata sind, ohne Rücksicht auf das natürliche Grössenverhältnis der einzelnen Larven, so gezeichnet, dass alle Kopfkapseln die gleiche Breite haben (aus NITSCHE).

stück und zwei hintere Seitenstücke gesondert; Vorderbrust am grössten, kragenartig den Kopf umfassend; 2. und 3. Brustring und die Hinterleibsringe oben und unten mit einer breiten rauhen Haftscheibe, die zur Bewegung dient; Stigmata oval (bei den Buprestiden halbmondförmig!); Beine sehr klein bis fehlend. Käfer auf Blüten, Blättern und an Baumsäften; Larven selten nach Engerlingsart im Boden an Wurzeln *(Dorcadion)*, meistens im Innern von Holzgewächsen, lange geschlängelte, mit Nagemehl vollgestopfte Gänge fressend, verpuppen sich in einer hakenförmigen Puppenwiege, die von der Oberfläche her ins Holz geht oder in einer mit Nagespänen kranzähnlich umgebenen Wiege von ovaler Form, dicht unter der Rinde *(Lepturini)*. Die Käfer nagen sich ein ovales Flugloch nach aussen durch. Bisweilen entstehen durch den Larvenfrass gallenartige Anschwellungen des Holzkörpers. Einige üben Brutpflege aus, z. B. der Aspenbock *(Saperda populnea* (L.)*)*, indem das ♀ für jedes abzulegende Ei durch eine genagte Linie eine hufeisenförmige Rindenpartie herstellt, die hierdurch saftärmer wird und der auskommenden jungen Larve die erste geeignete Nahrung liefert.

I. Unterfam. *Cerambycinae* (Fig. 240 links). Kopf schräg nach vorn geneigt; Endglied der Taster abgestutzt; Innenseite der Vorderschienen ohne Furche. Bei den Larven (Fig. 241 A—E) die aus dem Prothorax gelöste Kopfkapsel breiter als lang, Füsse deutlich.

1. Tribus. *Prionini*. Kopf hinten nicht verengt, Halsschild mit scharfen Seitenrändern, Vorderbrust bis hinter die Vorderhüften als breiter Fortsatz verlängert, Vorderhüften quer. Larven: Seitenstücke der Kopfkapsel über die mittlere Berührungslinie hinaus jedes für sich verlängert, wodurch ein einspringender Winkel entsteht (Fig. 241 E). — *Prionus coriarius* (L.) Lederbock.

2. Tribus. *Cerambycini*. Kopf hinten nicht verengt, Halsschild ohne scharfe Seitenränder, Vorderbrust nicht als Fortsatz hinter die Vorderhüften verlängert, diese meist kugelig. Larven: Seitenstücke der Kopfkapsel nicht über die Berührungslinie hinaus verlängert (Fig. 241 D). — *Tetropium luridum* (L.), Fichtenbock.

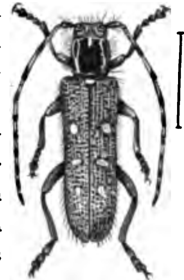


Fig. 242. *Saperda populnea* (a. SHARP).

3. Tribus. *Lepturini*. Kopf hinten halsartig verengt, Halsschild ohne scharfe Seitenränder, Vorderbrust wie bei den vorigen, Vorderhüften zapfenförmig vorragend. Larven: Kopfkapsel nur wenig vom 1. Brustringe eingeschlossen, ihre Seitenstücke berühren sich nur in einem Punkte an der Spitze des Mittelstücks (Fig. 241 C). — *Rhagium inquisitor* (L.).

II. Unterfam. *Lamiinae* (Fig. 240 rechts). Kopf vorn senkrecht abfallend, Endglied der Taster zugespitzt, Innenseite der Vorderschienen mit Furche. Kopf der Larven (Fig. 241 F) viel länger als breit, Beine fast oder ganz geschwunden. — *Saperda populnea* (L.), Aspenböckchen (Fig. 242).

Fam. *Chrysomelidae*, Blattkäfer. Kleinere, gedrungene bis halbkuglige Käfer mit runden Augen und fadenförmigen, mässig langen Fühlern; Färbung häufig lebhaft, metallisch, Eier gewöhnlich an Blätter abgelegt. Larven freilebend, scharf gezeichnet, von walziger, vorn und hinten verschmälerter Form, oft mit Warzen und Dornen; Beine kurz, aber vollständig ausgebildet. Die Puppen hängen teils mit der Hinterleibsspitze an einem Blatte oder liegen auf und in der Erde. Käfer und Larven leben von Blättern; letztere minieren bisweilen *(Haltica)* oder fertigen sich ein sackförmiges Gehäuse aus Kot *(Cryptocephalus)*. Abweichende Eiablage ist von dem Schneeball-Blattkäfer *(Galerucella viburni* (Payk.)*)* bekannt, der seine Eier im Herbst zu 4—12 Stück in eigens dazu an den jungen Trieben bis auf das Mark genagte und mit Nagespänen verklebte Löcher unterbringt, wo sie überwintern. — Die systematische Einteilung gründet sich zunächst auf die Stellung des Kopfes, der bei den drei ersten Unterfamilien nach vorn geneigt oder senkrecht getragen wird, sodass die Mundteile die gewöhnliche Haltung zeigen, während in der vierten die Stirn plötzlich nach unten und hinten gebogen ist, sodass auch die Kiefer nach hinten gedrängt erscheinen.

I. Unterfam. *Eupodinae*. Prothorax ohne scharfe Seitenränder, schmäler als die Basis der Flügeldecken, daher der Körperumriss länglich; Kopf hinter den Augen eingeschnürt. — *Donacia*, Rohrkäfer; bockkäferähnlich, Larven leben unter Wasser, an Pflanzen fressend. *Crioceris asparagi* (L.), Spargelhähnchen; Larven bedecken sich mit den Exkrementen.

II. Unterfam. *Camptosomatinae*. Körper kurz, drehrund, Kopf nicht halsartig eingeschnürt, Halsschild mit scharfen Seitenrändern, 4. Ventralsternit des Hinterleibes kaum sichtbar, das 5. sehr gross; die Larven verbergen das eingekrümmte Abdomen in einem aus ihrem Kote gebauten und mitgeschleppten Gehäuse. — *Cryptocephalus pini* (L.), gelber Kiefernblattkäfer.

III. Unterfam. *Cyclicinae.* Kopf, Halsschild und Flügeldecken bilden die Wölbung einer etwas langgezogenen, plankonvexen Linse; Halsschild so breit wie die Basis der Flügeldecken; 4. und 5. Ventralsternit gleichlang; die lebhaft gefärbten Larven gewöhnlich freilebend, selten Blattminierer. — 1. Tribus. **Chrysomelini:** *Melasoma tremulae* (F.); roter Weidenblattkäfer. 2. Trib. **Galerucini:** *Lochmaea capreae* (L.), Sahlweidenblattkäfer. 3. Trib. **Halticini:** *Haltica erucae* Ol., Eichenerdfloh.

IV. Unterfam. *Cryptostomatinae.* Fühler dicht bei einander und ganz vorn am Kopfe eingefügt, sodass sie noch vor den Mundteilen stehen. — *Cassida nebulosa* L., grauer Schildkäfer.

§ 84. 5. Ueberfam. Rhynchophora.

Kopf meist rüsselförmig verlängert; alle Nähte des Kopfes und der Vorderbrust verwachsen; Fühler grade oder durch schaftförmige Verlängerung des 1. Gliedes gekniet und dann meist mit Keule am Ende der Geissel; Tarsen kryptopentamer; 6 Malpighische Gefässe. Larven madenförmig: weisslich, blind, bauchwärts eingekrümmt, mit Fussstummeln oder fusslos.

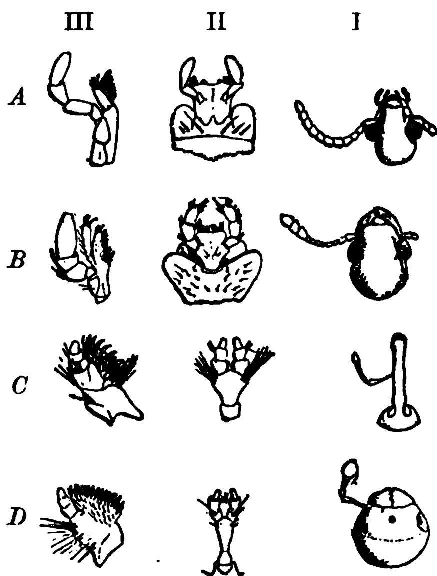


Fig. 243. Köpfe (I), Hinterkiefer (II), und Mittelkieferhälfte (III) von verschiedenen Rhynchophoren. *A Bruchus atomarius. B Brachytarsus varius. C Pissodes pini. D Ips typographus* (aus NITSCHE).

1. Fam. *Bruchidae.* Samenkäfer (Fig. 243 A).

Kopf nach unten gerichtet und etwas zugespitzt; Oberlippe und beide Kauladen der Mittelkiefer vorhanden; Taster fadenartig und beweglich; Augen vorn ausgerandet, Fühler vor oder unter ihnen halbverdeckt eingefügt, ungeknickt, fadenförmig, nach dem Ende zu kaum verdickt. Hinterschenkel mehr oder weniger verdickt. Larven vor der 1. Häutung mit kurzen Beinen, die dann verloren gehen; Entwicklung in Samen, vornehmlich von Leguminosen, aus denen sich die Imago herausfrisst. — *Bruchus villosus* F.

2. Fam. *Anthribidae.* Breitrüssler (Fig. 243 B, 244).

Kopf grade nach vorn gerichtet mit abgeplattetem Rüssel von verschiedener Länge; Oberlippe und beide Kauladen vorhanden, Taster fadenförmig und beweglich; Fühler entfernt von den Augen vor ihnen eingelenkt, nicht geknickt, nach dem Ende zu verdickt; 2. Tarsenglied so tief eingeschnitten, dass es das 3. völlig einschliesst; Hinterleib mit Pygidium. Larven bald mit, bald ohne Beine, leben in faulem Holze, Pilzen und schmarotzend in anderen Insekten. — *Brachytarsus varius* (F.) Larve in der Fichtenschildlaus (*Lecanium hemicryphum* Dalm.).

3. Fam. *Curculionidae.* Rüsselkäfer (Fig. 243 C).

Kopf in einen deutlichen Rüssel verlängert; Oberlippe fehlt; Taster kurzkegelförmig, starr; nur eine Kaulade an den Mittelkiefern; Beinschienen mehrkantig bis drehrund. Larven fusslos, nähren sich von Pflanzenstoffen. Eier mit wenigen Aus-

nahmen (*Scythropus* Schönh.) vom ♀ in ein mit dem Rüssel genagtes Loch der Nährpflanze oder in den Boden abgelegt.

1. Unterfam. *Apioninae*, Spitzmäuschen. Rüssel sehr lang und dünn; Fühler ungekniet; kein Pygidium; die letzten drei Abdominalsternite verschiebbar; ohne Kaumagen. Käfer nagen an allerlei Pflanzen, Larven in Fruchtknoten oder Stengeln. — *Apion pomonae* F. Obstspitzmäuschen.

2. Unterfam. *Attelabinae*, Blattroller. Rüssel dick, grade; Fühler ungekniet; mit Endkeule; die letzten drei Sternite starr; ohne Kaumagen. Brutpflege allgemein durch geeignete Behandlung der künftigen Larvennahrung, wie Anschneiden von Blatt- und Fruchtstielen, um diese vorzeitig reif oder trocken werden zu lassen, Herstellung kunstvoller Blattröllchen etc. *Apoderus coryli* (L.), Haselblattroller (Fig. 245).

3. Unterfam. *Curculioninae*, eigentliche Rüssler. Kopf stets in einen kräftigen Rüssel von wechselnder Länge und Krümmung verlängert; Fühler gekniet, in Schaft und Geissel mit gegliederter Endkeule zerfallend (Fig. 246); Fussglieder breit, unterseits bürstenartig.



Fig. 244. *Platyrhinus latirostris*. A Imago, B Tarsus und Schienenspitze (aus SHARP).

a. *Curculioninae adelognathae*, Kurzrüssler. Mittelkiefer vom Kinn verdeckt, Rüssel kurz und breit, Fühlerfurche nach vorn bis zur Einlenkung der Vorderkiefer verlängert.

1. Trib. *Otiorrhynchini*. Kopf bis beinahe an die Augen in den Prothorax versenkt, dieser kugelig oder kurz eiförmig; Schildchen fehlt; Flügeldecken an der Naht verwachsen, ohne vorstehende Schulterecken; Flügel fehlen. Larven im Boden an Pflanzenwurzeln, Käfer befressen Rinde und Blattorgane jüngerer Laub- und Nadelbäume. Gattungen: *Otiorrhynchus* Germ., *Cneorrhinus* Schönh., *Brachyderes* Schönh., *Strophosomus* Billr., *Peritelus* Germ,, *Barypithes* Odier.

2. Trib. *Phyllobiini*. Kopf hinter die Augen verlängert (Fig. 247); Prothorax fast zylindrisch, kaum in der Mitte aufgetrieben; Schildchen vorhanden; Flügeldecken getrennt, mit vorstehenden Schulterecken und parallelen Aussenrändern; Flügel vorhanden. Lebensweise wie bei den *Otiorrhynchini*: Gattungen: *Sitona* Germ., *Metallites* Germ., *Polydrusus* Germ., *Phyllobius* Schönh., *Scythropus* Schönh.

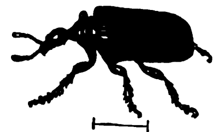


Fig. 245. *Apoderus coryli* (aus HENSCHEL).

b. *Curculioninae phanerognathae*, Langrüssler. Mittelkiefer freiliegend, Rüssel meist lang und drehrund, Fühler gewöhnlich nicht nach vorn verlängert.

3. Trib. *Hylobiini*. Rüssel ziemlich dick, wenig gebogen. Fühler nahe der Rüsselspitze eingelenkt. Augen quergestellt; kein Pygidium; Vorderhüften aneinander stossend; an der Spitze der Schienen ein starker Haken. Larven entwickeln sich in absterbenden Wurzeln und Stöcken von Nadelhölzern, die Käfer fressen Löcher in die Rinde junger Koniferen. — *Hylobius abietis* (L.) grosser brauner Rüsselkäfer (Fig. 248).

4. Trib. *Cryptorrhynchini*. Rüssel in eine Furche der Mittelbrust einschlagbar, Vorderschenkel verlängert. — *Cryptorrhynchus lapathi* (L.) Erlenrüsselkäfer; Larve in Rinde und Holzkörper Gänge machend, Käfer Rinden benagend.

5. Trib. *Pissodini*. Vorderhüften getrennt stehend; Fühler kurz vor oder hinter der Rüsselmitte eingelenkt; Rüssel nicht einschlagbar. Larven zwischen Rinde und Holz von Nadelhölzern lange geschlängelte Gänge aushöhlend, die in einer mit Nagespänen ausgepolsterten Puppenwiege enden oder in Zapfen; Flugloch kreisrund. —

6. Trib. *Balanini*, Nussstecher. Rüssel sehr lang und dünn, Augen nicht vorstehend; Halsschild vorn nicht verengt; Hinterhüften den Rand der Flügeldecken fast erreichend; Spitzen der Schienen nach einwärts gebogen. Rüssel der ♀ länger. Eier an halbreife Früchte und Eichengallen abgelegt; die erwachsene Larve frisst sich aus der vorzeitig abgefallenen Frucht etc. heraus und verpuppt sich im Boden in einer kleinen Höhle. — *Balaninus nucum* (L.) Haselnussbohrer.

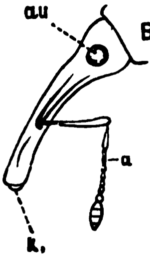
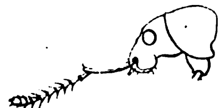


Fig. 246. Kopf eines Rüsselkäfers, schematisch. *au* Netzauge, *a* Fühler, *k* Vorderkiefer. *B* Vorderbrust (aus KOLBE).

7. Trib. *Orchestini*, Springrüssler. Rüssel dünn, gegen die Brust eingebogen, ziemlich grade; Fühler mit wenig verlängertem Schafte; Augen einander genähert oder zusammenstossend, Hinterbeine mit stark verdickten Schenkeln zum Springen. Larven minieren in Laubblättern, wo auch Verpuppung. — *Orchestes fagi* (L.), Buchenspringrüssler.

8. Trib. *Cionini*, Blattschaber. Fühler vor der Mitte des Rüssels eingelenkt, mit 5gliedriger Geissel; Vorderhüften kegelig vorgestreckt, aneinanderstossend; Hinterschenkel gewöhnlich; 1. und 2. Bauchschiene sehr gross, 2. bis 4. zahnförmig verlängert. Larven in klebriger Schleimhülle auf Blättern, wo auch meistens der aus Schleim gefertigte Kokon. — *Cionus fraxini* (de Geer), Eschenblattschaber.

9. Trib. *Anthonomini*, Blütenstecher. Rüssel dünn, fadenförmig, wenig gebogen; Augen kreisrund, vorstehend, vom Halsschild entfernt; Vorderbeine länger als die andern; Schildchen gross, gewölbt; Flügeldecken vorn abgestutzt, mit kantigem Vorderrande. Larven in Blütenknospen von Obstbäumen, sowie in Triebknospen und Nadeln von Kiefern. — *Anthonomus varians* (Payk.) Kiefernknospenstecher.


Fig. 247. Kopf von *Otiorrhynchus* (a. HENSCHEL).

10. Trib. *Magdalini*, Blaurüssler. Fühler wenig gekniet; Hinterecken des Halsschildes nach unten spitz ausgezogen, die Basis von den Flügeldecken überdeckt, diese an der Spitze einzeln abgerundet; Schienen mit einem Haken an der Spitze. Larven fressen gewundene Gänge zwischen Rinde und Holz oder in der Markröhre von Laub- und Nadelbäumen. — *Magdalis violacea* (L.).

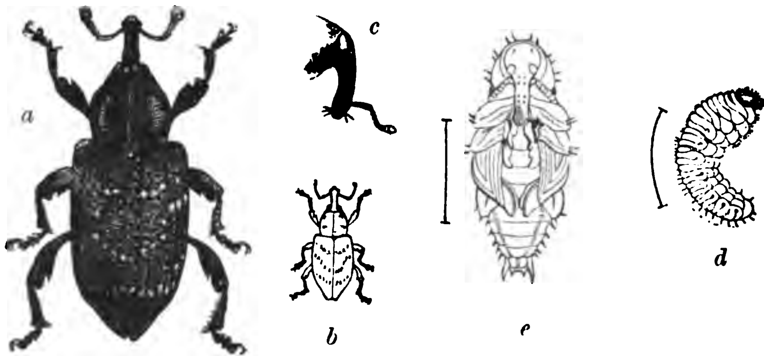


Fig. 248. *Hylobius abietis*. *a* Imago, *b* in natürlicher Grösse, *c* Kopf von der Seite, *d* Larve, *e* Puppe (aus TASCHENBERG).

4. Unterfam. *Cossoninae*.

Die geknieten Fühler mit ungegliederter Keule; Rüssel sehr kurz, nach unten gerichtet; Schienen an der Spitze mit einem langen äusseren Haken, Fussglieder schmal; ohne Pygidium, aber mit Kaumagen. Die Käfer bohren sich zur Eiablage in das Innere absterbender oder toter Bäume ein, und legen zusammen mit den Larven kreuz- und

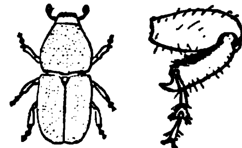
querverlaufende Gänge an. Morphologisch und biologisch bilden die *Cossoninae* den Uebergang zu den *Ipidae*.

4. Fam. *Ipidae* [*Scolytidae*, *Bostrychidae*], Borkenkäfer (Fig. 243 D).

Kopf schmäler als das Halsschild; Augen flach; Oberlippe undeutlich, weil unter das Kopfschild zurückgezogen. Rüssel undeutlich, ganz kurz und breit; Fühler kurz, gebrochen, mit geringeltem Endknopf (Fig. 249); Schienen nach unten verbreitert, abgeplattet, aussen häufig gezähnelt, am äusseren Ende in einen Haken verlängert (Fig. 250); Fussglieder drehrund, ohne Sohlenbildung, das 1. kürzer als die übrigen zusammen. Larven denen der *Curculionidae* ganz ähnlich, Puppen am Mangel der Rüsselscheide kenntlich. Zur Eiablage frisst sich der Mutterkäfer vollständig ins Innere von Pflanzen ein, auch bei der Begattung befindet sich fast immer das Weibchen mindestens mit dem Vorderkörper im Holze u. dgl. verborgen. Ausgeprägte Brutpflege, indem die Weibchen zur Unterbringung der Eier von dem Bohrloche aus besondere Muttergänge anlegen, von denen aus sich die Larven familienweise oder einzeln weiter in das Pflanzengewebe fressen; so entstehen aus Mutter- und Larvengängen Frassfiguren, deren Gestalt meistens für die einzelnen Arten eigentümlich ist (Fig. 251).


Fig. 249. Fühler von *Myelophilus* mit sechsgliedriger Geissel und solider, aber geringelter, vorn etwas zugespitzter Keule (aus NITSCHE).

Die Fortpflanzung beginnt mit dem Schwärmen, wobei sich die Geschlechter in der Luft treffen und die Weibchen passendes Brutmaterial auswählen; alsdann nagt bei den sich monogam paarenden Arten das Weibchen ein Bohrloch in Rinde oder Holz, in dem zur Hälfte verborgen es von dem aussen sitzenden Männchen begattet wird; bei der Begattung bilden die Körper beider Tiere stets einen rechten Winkel. Nach einmaliger oder wiederholter Paarung legt das Weibchen den Muttergang an, wobei sich die Rindenbrüter auf die Rindenschichten der Bäume beschränken, während die Holzbrüter tief ins Holz eindringen. Das Weibchen der monogamen Rindenbrüter frisst einen bis zwei Muttergänge, die am stehenden Baume längs oder quer verlaufen (Längs- und Quer-, oder Lot- und Wagegänge), stets aber so angebracht sind, dass sie mit dem etwas schräg von unten nach oben die Rinde durchsetzenden Bohrloche einen stumpfen Winkel bilden; je nachdem von dem Bohrloche nur ein Gang abgeht oder mehrere, spricht man von ein- oder mehrarmigen Muttergängen. Im Muttergange werden links und rechts Eiergrübchen für je ein Ei ausgenagt — linearer Muttergang —, und von diesen Grübchen aus fressen die auskommenden Larven ihre meist deutlich getrennten Larvengänge; gewisse Arten (*Dendroctonus micans* [Kug.] u. a.) legen die Eier haufenweise in den unregelmässigen Gang, und die Larven erweitern diesen gemeinschaftlich zu einem Familiengange oder machen vielfach gekreuzte und verworrene unregelmässige Gänge. Die zwischen Rinde und Holz verlaufenden Larvengänge stehen i. A. senkrecht auf dem Muttergange, sind je nach den Arten von sehr verschiedener Länge, erweitern sich aber mit dem Wachstum der Larve ständig, bis sie in einer ovalen Puppenwiege enden, die manchmal radiär ins Holz eindringt. Die ausschlüpfenden Jungkäfer der Rindenbrüter nagen sich über der Puppenwiege ein kreisrundes Flugloch durch Holz und Rinde nach aussen, mittelst dessen sie ins Freie gelangen. Bei den polygam brütenden Arten gesellt sich ein Männchen mehrere Weibchen zu, die es in einer auf das Bohrloch nach innen zu folgenden kleinen Höhlung, der Rammelkammer, befruchtet, worauf jedes Weibchen von dieser aus seinen Muttergang anlegt; die Mutter-


Fig. 250. Ganzer Käfer und Vorderbein von *Eccoptogaster intricatus* (aus NITSCHE).

gänge gehen als Sterngänge strahlenartig von der Rammelkammer aus. Während der Eiablage der Weibchen aller *Ipidae* scheint die Begattung wiederholt stattzufinden, daher Einrichtungen vorhanden sind, um das Bohrmehl, welches sich bei der Anlage der Muttergänge anhäuft, nicht zu einem Hindernisse für den Verkehr zwischen beiden Geschlechtern werden zu lassen. Bei den monogamen Arten sind diese daher

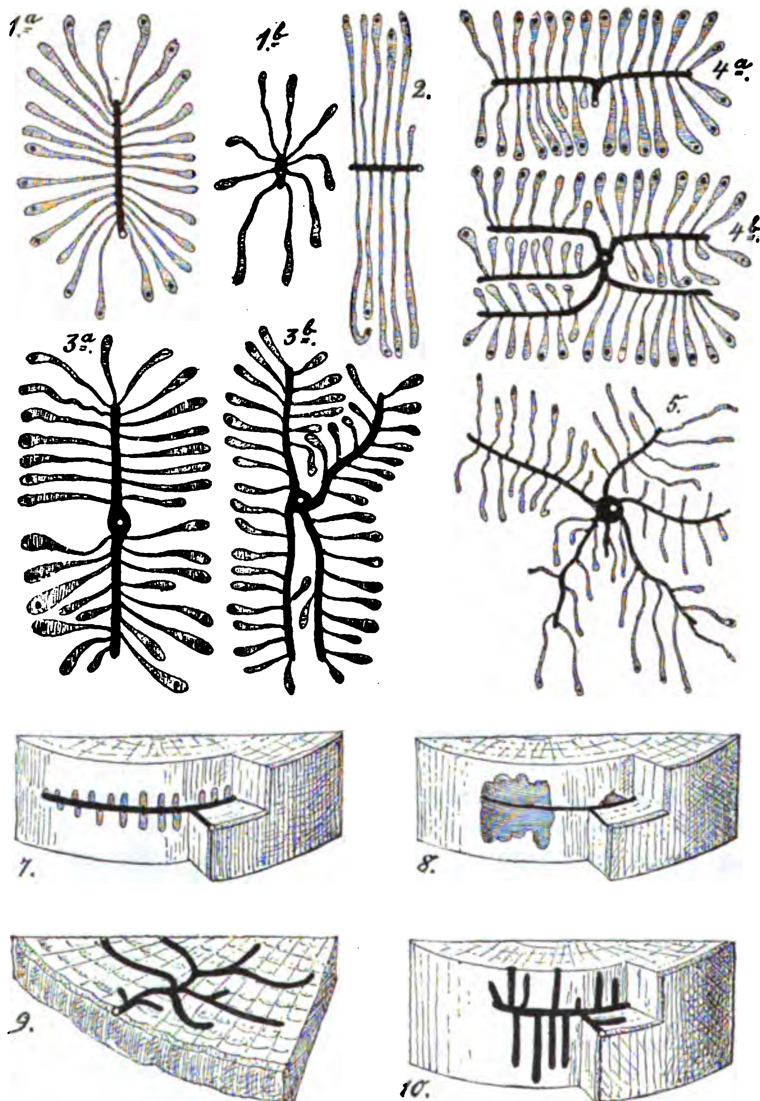


Fig. 251. Brutfrassbilder von Borkenkäfern. *1—5* Rindenbrüter: *1a* einarmiger Längsgang; *1b* Plätzgang mit getrennten Larvengängen; *2* einarmiger, *4a* doppelter Quergang; *3a* doppelter Längsgang. *3b*, *4b*, *5* Sterngänge. *7—10* Holzbrüter: *7* Leitergang; *8* Familiengang; *9* wagerechter Gabelgang; *10* derselbe mit Leitergang verbunden. Die Bohrlöcher sind weiss ausgespart, die Fluglöcher und die Muttergänge schwarz, die Larvengänge schraffiert angelegt (aus NITSCHE).

so angebracht, dass jenes leicht durch das schräge Bohrloch herausfallen kann, worauf sich das Weibchen in letzterem mit dem aufsitzenden ♂ vereinigt; in manchen Fällen werden zu diesem Zwecke auch besondere, den Fluglöchern ähnelnde Oeffnungen in der Decke des Mutterganges angelegt, die sog. Luftlöcher. Bei den Sterngänge an-

legenden polygamen Arten ist dagegen hauptsächlich das Männchen mit dem aktiven Herausschaffen der Nagespäne mit Hilfe des Flügeldeckenabsturzes (s. S. 66) beschäftigt, der bei ihm gewöhnlich stärker ausgebildet ist als beim ♀.

Bei den Holzbrütern beginnt die Anlage der Frassfigur stets mit einer radial ins Holz eindringenden Eingangsröhre, die sich in weitere den Baum durchsetzende Brutröhren verzweigen; die Larvengänge werden entweder lineare, auf dem Muttergang nach oben und unten senkrecht stehende (Leitergänge) oder unregelmässige, weite Familiengänge. Bei anderen Arten legt der Mutterkäfer ausser anfänglichen, mehr oder weniger wagerecht verlaufenden Gabelgängen noch sekundäre Brutröhren an, die senkrecht zu jenen verlaufen und Klumpen von Eiern enthalten; in diesen Fällen verzehren die Larven überhaupt kein Holz, sondern nähren sich von den Pilzrasen, die sich in den Wandungen des Gangsystems ansiedeln. Puppenwiegen legen die holzbrütenden Arten nicht an, auch fehlen Fluglöcher, da die ausgeschlüpften Käfer ihre Geburtsstätte durch das ursprüngliche Bohrloch verlassen, nachdem wahrscheinlich die Begattung vorher im Innern stattgefunden hat.

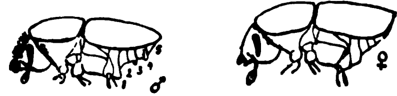


Fig. 252. ♂ u. ♀ von *Eccoptogaster ratzeburgi*. Bauch nicht horizontal, sondern vom 2. Ringe an steil gegen den After aufsteigend. ♂ mit je einem Höcker auf dem 3. u. 4. Bauchring (aus NITSCHE).

Im überwiegenden Masse leben die Borkenkäfer in Holzpflanzen, mit Beschränkung auf deren verholzte Teile, nur wenige bewohnen Kräuter. Viele Arten sind monophag, da sie nur in einer bestimmten Baumart ihre Brut unterbringen, andere — zumal Nadelholzbewohner — sind mehr polyphag.

1. Unterfam. *Eccoptogastrinae* [*Scolytinae*], Splintkäfer. Kopf geneigt, von oben meist sichtbar; Halsschild gross, nach vorn etwas verengt; Flügeldecken an der Basis glatt, nach der Spitze zu nicht abschüssig, stets ungezähnt; Schienen aussen ganzrandig, die vorderen gekrümmt, 3. Fussglied breiter als die vorhergehenden, 2lappig; Bauch vom 2. Ringe an steil gegen den After aufsteigend (Fig. 250). Monogame, fast nur in Laubholz brütende Borkenkäfer, deren Gänge nicht unerheblich in das Splintholz eingreifen und vorwiegend einfache Längsgänge mit zahlreichen, oft sehr langen Larvengängen sind. — *Eccoptogaster intricatus* (Rtzb.), Eichensplintkäfer (Fig. 252 a).



Fig. 252 a. *Eccoptogaster intricatus* (aus HESS).

2. Unterfam. *Hylesininae*, Bastkäfer. Kopf geneigt, von oben meist sichtbar; Halsschild nach vorn gewöhnlich verengt; Flügeldecken an der Basis meist erhaben gerandet und einzeln abgerundet, nach der Spitze zu abschüssig gewölbt, stets ungezähnt; Schienen aussen gezähnelt, 3. Fussglied meist zweilappig, selten einfach; Bauch wagerecht (Fig. 253). Gewöhnlich monogame Tiere, die sowohl im Laub- wie im Nadelholze brüten; letztere setzen die Eier teils unter der Stammrinde, teils an Wurzeln ab. Einige Arten *Myelophilus* Eichh.) fressen ausserhalb der Fortpflanzungszeit die Markröhre von Kieferntrieben, eine andere (*Hylesinus fraxini* [F.] kurze Gänge in Eschenrinde aus, die hieraufhin Gallen, sog. Rindenrosen, bildet; diese Frassweise der Imagines nennt man Ernährungsfrass im Gegensatze zu dem Brütefrass, der von Käfern und Larven gemeinsam bewirkt die Frassfiguren ergibt. — Zahlreiche, namentlich auf die Bildung der Fühlerkeule gegründete Gattungen. *Myelophilus piniperda* (L.), grosser Waldgärtner (Fig. 254).



Fig. 253. *Hylesinus vittatus* mit hinten steil abfallenden Flügeldecken (aus NITSCHE).

3. Unterfam. *Ipinae* [*Tomicinae*], Borkenkäfer (Fig. 92). Kopf fast immer

unter dem Halsschilde versteckt; Fühlerkeule meist zusammengedrückt; Halsschild vorn höckerig gerunzelt, hinten punktiert oder glatt; Flügeldecken an der Spitze mit Absturz, oft stark eingedrückt mit Höckern und Zähnen an dessen Rande (Fig. 92); Schienen aussen gezähnt, 3. Fussglied stets einfach; Bauch wagerecht. Die Geschlechter meistens zufolge verschiedener Absturzbildung dimorph, bei einer Art (*Xyleborus dispar* [F.]), das ♂ bedeutend kleiner, von kugeliger Figur und flügellos (Fig. 255). Rinden- und Holzbrüter des Laub- und Nadelholzes; unter den ersteren viele polygame Arten. — Zahlreiche, besonders nach Fühler- und Absturzbildung unterschiedene Gattungen. — *Ips sexdentatus* (Boern.), grosser Kiefernborkenkäfer (Fig. 92).

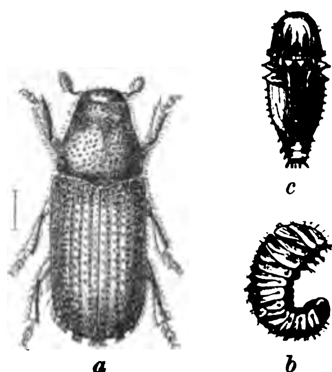


Fig. 254. *Myelophilus piniperda*. *a* Imago, *b* Larve, *c* Puppe (aus HESS).

5. Fam. *Platypodidae* (Fig. 256). Kopf kurz und flach, breiter als das Halsschild, ohne Spur von einem Rüssel; Augen vorgewölbt; Beine breitgedrückt; Tarsen lang und dünn, echt pentamer, 1. Glied länger als die übrigen zusammen, 3. ungelappt, 4. deutlich sichtbar; Flügeldecken flach, mit senkrechtem Absturze. Larven dünn und gestreckt, das abgeschrägte Hinterende mit kurzem, hartem Dorne. Imagines und Larven fressen tief im Holze lange dünne Gänge aus. — *Platypus cylindrus* (F.), Eichenkernkäfer (Fig. 256).

§ 85. 6. Ueberfam. Lamellicornia. Blatthornkäfer.

Nähte des Kopfes und Prothorax deutlich, Fühler mit beblätterter Keule; Vorderbeine meistens mit verbreiterten Grabschienen; Tarsen 5gliedrig; 4 MALPIGHIsche Gefässe. Larven sind „Engerlinge“: blind, fleischig, bauchwärts eingekrümmt und daher stets seitlich

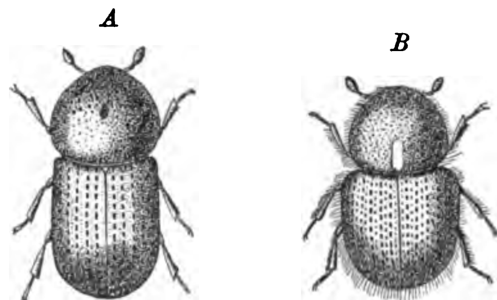
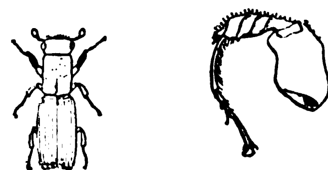


Fig. 255. *Xyleborus dispar*. *A* ♂ 12/1. *B* ♀ 9/1 (aus LEUNIS).


Fig. 256. Ganzer Käfer und Vorderbein von *Platypus cylindrus* (aus NITSCHE).

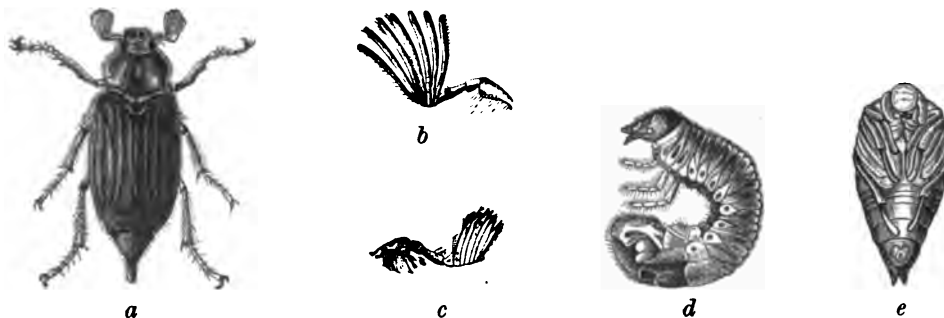


Fig. 257. *Melolontha vulgaris*. *a* Imago, *b* Fühler des ♂, *c* des ♀, *d* Larve, *e* Puppe (aus HESS).

liegend, mit stark ausgebildeten Beinen und aufgetriebenem Ende des Hinterleibes. Nur eine Familie *Scarabaeidae*.

1. Unterfam. *Lucaninae*, Schröter. Blätter der Fühlerkeule mit den Kanten gegeneinandergestellt, unbeweglich, eine gesägte Keule bildend. Larven in mulmigem Holze, Käfer lecken Baumsäfte, ausnahmsweise an Rinde nagend. — *Platycerus caraboides* (L.), kleiner Eichenschröter.

2. Unterfam. *Melolonthinae*, Laubkäfer. Blätter der Fühlerkeule beweglich, sich mit den Flächen berührend, bei den ♂ meist grösser; von den Hinterleibsstigmen nur das 7. Paar von den Flügeldecken nicht verdeckt; Hinterleib mit Pygidium. Larven unterirdisch an Wurzeln fressend, Käfer verzehren Laub und Nadeln. — *Melolontha vulgaris* F., gemeiner Maikäfer (Fig. 257).

§ 86. 13. Ord. **Strepsiptera.** Fächerflügler. (Fig. 258).

Geschlechter ganz verschieden: Männchen klein; die beissenden Mundteile halb verkümmert; Augen und Fühler gross; Vorder- und Mittelbrust sehr klein, Hinterbrust sehr gross, den Hinterleib z. T. bedeckend; Flügeldecken winzig klein, Flügel sehr gross, fächerartig faltbar. Weibchen madenähnlich, augenlos, Kopf und Prothorax verschmolzen, von Mundteilen nur Vorderkiefer vorhanden; Mitteldarm blindgeschlossen; leben parasitisch in den Hinterleib

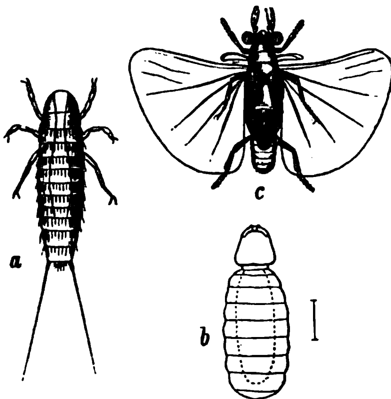


Fig. 258. *Stylops childreni*. *a* Larve, *b* Weibchen, *c* Männchen (nach KIRBY aus CLAUS).

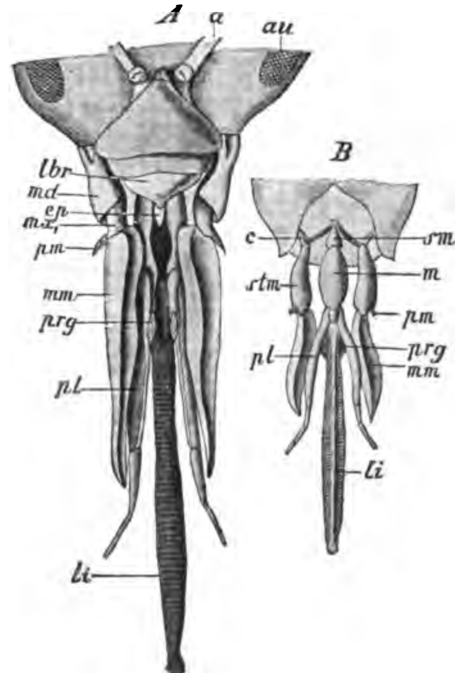


Fig. 259. *A* Mundteile von *Apis mellifica*. *B* Mittel- und Hinterkiefer. *a* Antenne, *au* Netzauge, *lbr* Oberlippe, *md* Vorderkiefer, *ep* Epipharynx, mx_1 Mittelkiefer, *pm* deren Taster, *mm* deren verschmolzene Laden, *prg* Paraglossen = äussere Laden der Hinterkiefer, *li* Zunge = deren innere Laden, *c* Angel, *sm* Unterkinn, *m* Kinn, *stm* Stamm der Mittelkiefer (aus LANG).

von Hymenopteren eingebohrt, vivipar. Larven zunächst campodeaähnlich (Fig. 258) auf Blüten; dann von jenen in die Stöcke übertragen werden sie fusslose Maden, die sich in die Wirtslarven einbohren und in deren Puppe sich ebenfalls verpuppen, wobei die Strepsipterenpuppe sich mit dem Hinterleibe aus der Wirtspuppe herausschiebt. — *Xenos rossii* Kirby.

§ 87. 14. Ordn. **Hymenoptera,** Hautflügler.

Insekten mit kauenden oder gleichzeitig kauenden und sau-

genden Mundwerkzeugen, zwei Paar häutigen, wenig geaderten Flügeln und vollkommener Verwandlung.

Die 3 Leibesabschnitte stets deutlich geschieden. Kopf quer, frei beweglich, mit grossen Netz- und 3 Punktaugen; Fühler entweder einfach und dann vielgliedrig oder gebrochen mit Schaft und Geissel. Die Mundteile können rein beissende, denen der Käfer ähnliche sein, aber mit starker Verschmelzung der Laden an den Mittel- und Hinterkiefern, oder es bleiben nur die Mandibeln vom kauenden Typus, während Maxillen und Labium zu einem Saugrohr werden, das in der Ruhe knieförmig unter den Kopf gelegt werden kann. Insbesondere streckt sich bei den Bienen die Unterlippe zu einer Zunge (Ligula), die von den ebenfalls sehr verlängerten Maxillenladen scheidenartig umgeben wird; als Nebenzungen (Paraglossen) werden dann die gesonderten äusseren Laden der Unterlippe bezeichnet (Fig. 259). Die Rückenschiene der Vorderbrust ist oft mit dem Mesothorax verwachsen, während die Brustschiene selbständig und frei beweglich bleibt und dadurch den ihr angelenkten Vorderbeinen einen besonders grossen Bewegungsspielraum verleiht; ausser den 3 Brustringen ist meistenteils auch der grosse 1. Bauchring (Mediansegment) mit zur Bildung des Thorax verwendet. Die Beine (Fig. 260) haben gewöhnlich 5 Fussglieder, deren erstes häufig verlängert ist als Ferse (Metatarsus) vom Schenkel kann ein proximales Stück als sog. 2. Trochanter beweglich abgeschnürt sein. Beide Flügelpaare dienen zum Fluge, sind gleichgebildet und mit reicher Aderung versehen, die aber fast völlig schwinden kann, auch kommt Flügellosigkeit bei einem Geschlechte, z. B. den Arbeitern der Ameisen, oder bei beiden vor. Der Hinterleib sitzt entweder mit seiner Breite der Brust an (Blattwespen), oder ist durch einen verengerten Stiel beweglich, z. B. bei Wespen, Bienen und Ameisen; bei vielen Weibchen trägt die Hinterleibsspitze eine einziehbare Legescheide oder einen Giftstachel. Speiseröhre meist zu einem sog. Saugmagen erweitert; Malpighische Gefässe zahlreich; Längsstämme der Tracheen zu Luftblasen vergrössert (Fig. 161), Eiröhren meist sehr zahlreich, polytroph; Samentasche nebst Anhangsdrüse gross, Begattungstasche fehlt (Fig. 87). Geschlechtsdimorphismus vielfach im Zusammenhange mit der weiblichen Brutpflege vorhanden, bei den geselligen Hautflüglern (Bienen, Wespen, Ameisen) zum Polymorphismus entwickelt in Gestalt von Königin (♀), Drohne (♂), Arbeitern (verkümmerte ♀) (Fig. 272 B). Oefters findet heterogene Fortpflanzung statt. Die Larven einerseits als freilebende, blattfressende Afterraupen, mit 1 Paar Punktaugen an den Kopfseiten und bis zu 9 Paar Bauchfüssen (Fig. 262), die bei *Lyda* allerdings bis auf das am letzten Ringe schwinden (Fig. 263); die andere Form ist sehr ähnlich den Fliegenmaden, aber mit deutlichem Kopfe; ihr Mittel- und Enddarm stehen nicht in Verbindung (Fig. 170). Die Puppe ist stets frei und gewöhnlich in einem von der Larve gesponnenen Kokon geborgen.

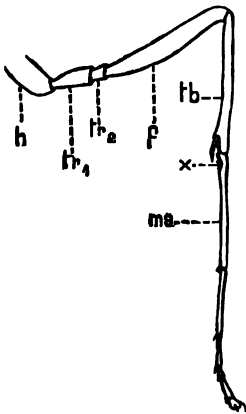


Fig. 260. Vorderbein einer Schlupfwespe. *h* Hüfte *tr_1*, *tr_2* Schenkelringe, *f* Schenkel, *tb* Schiene, *ms* Ferse, *x* Putzapparat (aus KOLBE).


Fig. 261. *Cimbex variabilis* (aus LEUNIS).

1. Unterordn. **Symphyta.**

Brustabschnitt nur von 3 Ringen gebildet; Hinterleib mit breiter Basis dem ersteren ansitzend; 2 Schenkelringe; Larven mit Beinen und After, raupenförmig.

1. Fam. *Tenthredinidae*, Blattwespen (Fig. 261). Fühler drei- bis vielgliedrig, ungeknickt, borstenförmig, bei den ♂ oft gesägt oder gekämmt; Schienen der Vorderbeine stets mit 2 Enddornen, an den 4 ersten Fussgliedern oftmals ein Saugnapf; Aderung der Flügel sehr ausgebildet; Legescheide zu einer gekrümmten und seitlich zusammengedrückten, gezähnelten Säge umgebildet, mit der die Pflanzenteile für Unterbringung der Eier angeritzt werden. Larven meist freilebende bunte Afterraupen (Fig. 262) mit rundem, brotförmigem Kopfe (Fig. 262 a), kauenden Mundteilen und normal 8 Paaren weicher, nicht mit Hakenkränzen versehener Afterfüsse, die aber auf 6 — bei Lyda auf 1 — Paar zurückgehen können; letztere leben in Gespinsten. Nach 4—5 Häutungen verpuppen sie sich meist in einem festen Kokon, nur *Lyda* in einer Erdhöhle. Oftmals liegen die Larven noch lange — bis zu mehreren Jahren — unverpuppt in der Hülle. Die ausschlüpfende Wespe nagt von dem Kokon einen Deckel ab. — Nach Fühler- und Geäderbildung werden zahlreiche Gattungen unterschieden. *Nematus* Jur.; *Cimbex* Leach; *Lophyrus* Latr.

2. Fam. *Uroceridae*, Holzwespen. Fühler fadenförmig, 11—30gliedrig; Beinschienen an der Spitze nur mit einem Dorn, Füsse 5gliedrig; Weibchen mit sehr langem Legebohrer, der ganz verborgen sein oder lang vorstehen kann. Larven weisslich, weich, mit 3 schlecht ausgebildeten Brustfüssen und zugespitztem, in einen Dorn auslaufendem letztem Ringe. Verpuppung meist ohne Kokon. Die Eier werden von den ♀ mit dem Legebohrer tief in Pflanzen, grüne und holzige, versenkt; Larven der eigentlichen Holzwespen fressen im Holze einen langen Gang, an dessen Ende sie sich verpuppen; die Wespe frisst sich ein kreisrundes Flugloch, selbst durch umgebende Bleiplatten. In lebendem wie totem Holze. — *Sirex juvencus* L., gemeine Kiefernholzwespe.





Fig. 263. *Lyda campestris*. *a* Wespe, *b* Larve (aus HENSCHEL).



Fig. 262. Raupe von *Cladius viminalis* (aus HENSCHEL).

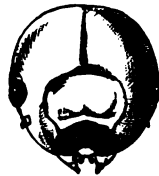


Fig. 262 a. Kopf einer Blattwespenraupe mit einem Punktauge jederseits (a. NITSCHE).

§ 88. 2. Unterordn. **Apocrita.**

Brustabschnitt aus den 3 Brust- und dem 1. Hinterleibsringe geformt (Fig. 264); Hinterleib gestielt; Larve madenähnlich, afterlos.

Fam. *Cynipidae,* Gallwespen (Fig. 265). Fühler 12—16 gliedrig; 2 Schenkelringe; Ferse der Vorderbeine mit dem Schienendorne zu einem Kammapparat zum

Reinigen der Fühler vereinigt; Flügelgeäder stark rückgebildet; Hinterleib seitlich sehr zusammengedrückt, mit Legebohrer. Eier langgestielt, in wachsenden Pflanzenteilen, besonders gern an Eichen, untergebracht, deren Gewebe durch die Larve gereizt Gallen erzeugt; Sitz, Form und innerer Bau der Gallen je nach der erregenden Wespenart verschieden — an Wurzeln, Triebspitzen, Blättern, Blattstielen, Fruchtknoten etc. Manche Arten entwickeln sich als Wohnungsparasiten in den Gallen andrer Cynipiden, noch andre als echte Schmarotzer in den Entwicklungsstadien sonstiger Insekten. Larven weisslich, eingekrümmt, häuten sich nicht. Fortpflanzung gamogenetisch mit ausgesprochener Heterogonie, wobei die von jeder Brut hervorgerufenen Gallen abweichenden Sitz und Bildung zu haben pflegen. Die Eichengallen sind gerbstoffreich, wovon die durch *Cynips calycis* Burgsd. und *C. tinctoria* Htg. erzeugten die Galläpfel zur Tintenbereitung liefern. — *Biorhiza aptera* (Forsk.).

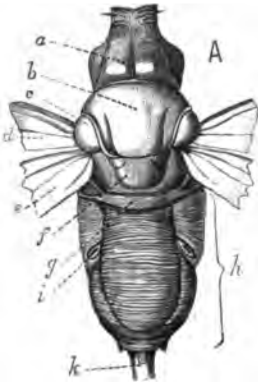


Fig. 264. Brustabschnitt von *Sphex chrysis*. *A* obere Ansicht. *a* Vorder-, *b* Mittelbrust, *c* Deckschuppe (Tegula), *d* Basis der Vorder-, *e* der Hinterflügel, *f*, *g* Teile der Hinterbrust, *h* Mediansegment (1. Hinterleibssegment), *i* dessen Stigmen, *k* 2. Hinterleibssegment=Stiel. *B* hintere Ansicht von h. *a* Oberseite, *b* oberes, *c* unteres Verbindungsloch, *d* Sternit, *e* Hüfte (aus SHARP).

Eine Reihe von 5 Familien wird von früher her unter dem Sammelbegriffe „Schlupfwespen" *(Entomophaga)* verstanden, nachdem sie ihre Eier in oder an den Körpern andrer Insekten oder ihrer Stände untergebracht haben, entwickeln sich die Larven in diesen unter Ernährung aus den Körpersäften der Wirte. Fam. *Ichneumonidae*, eigentliche Schlupfwespen. Grössere Formen. Flügelgeäder reich an Zellen (Fig. 266 A); Hinterleib dem Mediansegment unten eingefügt; die langgestielten Eier werden oft eine zeitlang von der Mutter unterm Bauche angeklebt getragen; Larven mit schlecht gesondertem Kopfe, aber mit deutlichen Mandibeln, leben in anderen Insektenlarven. *Anomalon circumflexum* (L.) in der Kiefernspinnerraupe. — Fam. *Braconidae,* Afterschlupfwespen. Den Ichneumoniden ähnlich, durchschnittlich kleiner, mit weniger Flügelqueradern (Fig. 266 B); Fühler ungekniet, gliederreich; Hinterleib wenig beweglich; Larven in Kerbtierlarven und Puppen. Zur eigenen Verpuppung bohren sie sich nach aussen und spinnen weisse oder gelbliche, seidenglänzende Kokons. *Microgaster glomeratus* Latr. in den Raupen des grossen Kohlweisslings häufig (Fig. 267). — Fam. *Chalcididae,* Erzschlupfwespen. Kleine bis kleinste, oft metallglänzende Formen mit kurzen geknickten Fühlern; Vorderflügel mit nur einer Ader; Legebohrer an der Bauchseite vor der Abdomenspitze entspringend; Puppen ohne Kokon. Larven meist in Rinden- und Holzkäfern, Gallwespen, Schmetterlingsständen, einige verzehren Samen, z. B. von Hagebutten und Koniferen. *Pteromalus puparum* L. in der Raupe von *Vanessa polychloros* L. (Fig. 268), — Fam. *Proctotrypidae,* Kleinste, dunkle Schlupfwespen mit graden oder gebrochenen Fühlern kaum noch geaderten Flügeln und zugespitztem Hinterleibe, an dessen Spitze der Legestachel entspringt; vielfach in Schmetterlingseiern, Puppe in Kokon. *Teleas lae-*

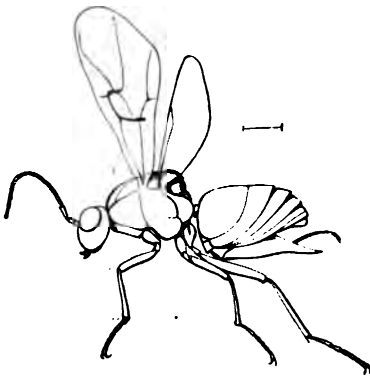


Fig. 265. *Rhodites rosae* ♀ (aus SHARP).

viusculus Rtzb. im Ei des Kiefernspinners (Fig. 269).

Fam. *Formicidae,* Ameisen. Ein Schenkelring; Kopf senkrecht; Fühler gekniet; Hinterleib gestielt; bei den geflügelten ♂ und ♀ die Mittel- und Hinterbrust, bei den ungeflügelten Arbeitern die Vorderbrust am stärksten ausgebildet; Flügel bei den ♀ hinfällig; Weibchen und Arbeiter haben einen Wehrstachel mit Giftblase, wovon bei der U.f. *Formicinae* nur letztere zum Ausspritzen des Sekrets geblieben ist. Polymorphe Formen haben Männchen mit bleibenden Flügeln, Weibchen mit nach der

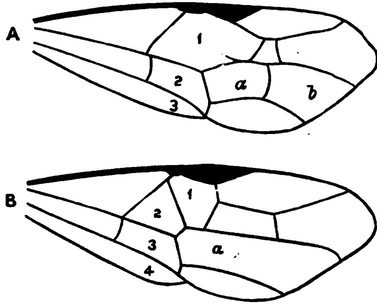


Fig. 266. Aderung der Vorderflügel *A* einer Ichneumonide, *B* einer Braconide. *a*, *b* Teilung der bei den Braconiden einheitlichen Zelle *a* (aus SHARP).



Fig. 267. *Microgaster glomeratus* (aus TASCHENBERG).

Begattung abfallenden, Arbeiter als flügellose, geschlechtlich verkümmerte Weibchen mit seitlich zusammengedrückter Brust; neben den Arbeitern oft noch „Soldaten" mit grossem Kopfe und mächtigen Vorderkiefern. Eier länglich, Larven madenähnlich mit deutlichem, stark chitinisiertem Kopfe; Verpuppung entweder in seidenem Kokon („Ameisenei") oder ohne solchen. Lebensweise in Staaten, für die Wohnungen aus zahlreichen Gängen in der Erde gegraben, in Holz ausgenagt, oder aus pflanzlichen Stoffen und Erde aufgemauert werden; manche Arten nur als Gäste in fremden Wohnungen; die Baue beherbergen überhaupt mancherlei Wohnungsparasiten aus den verschiedensten Insektenordnungen. Unterfam. *Formicinae*, Drüsenameisen. Hinterleibsstiel vom 1. (unechten) Abdominalringe gebildet, Giftdrüse stachellos. —

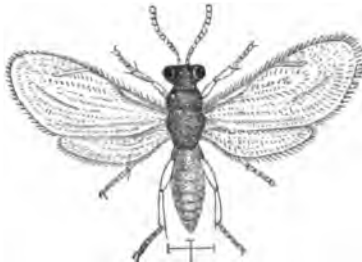


Fig. 268. *Pteromalus puparum* (aus TASCHENBERG).

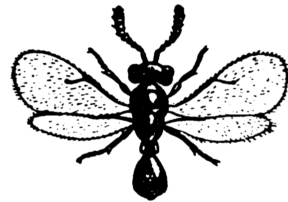


Fig. 269. *Teleas laeviusculus* ♀ (aus LEUNIS).

Camponotus herculeanus (L.), Riesenameise (Fig. 270). Unterfam. *Ponerinae*. Hinterleib zwischen dem 1. und 2. unechten Ringe eingeschnürt. Unterfam. *Myrmicinae*, Knotenameisen. Hinterleibsstiel von den beiden ersten, knotig verdickten Ringen gebildet. — *Lasius fuliginosus* Latr., schwarze Stockameise.

Fam. *Vespidae*, Faltenwespen. Mundteile ausschliesslich beissend; Schenkelring einfach, Beine ohne Sammeleinrichtung, Vorderflügel in der Ruhe längsgefaltet; am Hinterleib der ♀ ein Giftstachel mit Blase. Einzeln oder gesellig lebend, im letzteren Falle mit Dimorphismus; Wohnungen aus Lehm oder zerkauten Pflanzenstoffen, mit Speichel verklebt, erbaut. Nahrung von Kleintieren und Pflanzensäften, der oft durch Benagen von Baumrinde zum Ausfliessen gebracht wird. — *Vespa crabro* L.,

Hornisse (Fig. 271).

Fam. *Apidae*, Blumenwespen, Bienen. Mundteile beissend-saugend (Fig. 259); Schenkelring einfach; Vorderflügel nicht faltbar; Hinterbeine der ♀ meist mit Sammeleinrichtung in Form starker Behaarung oder verbreiterter und ausgehöhlter Schienen

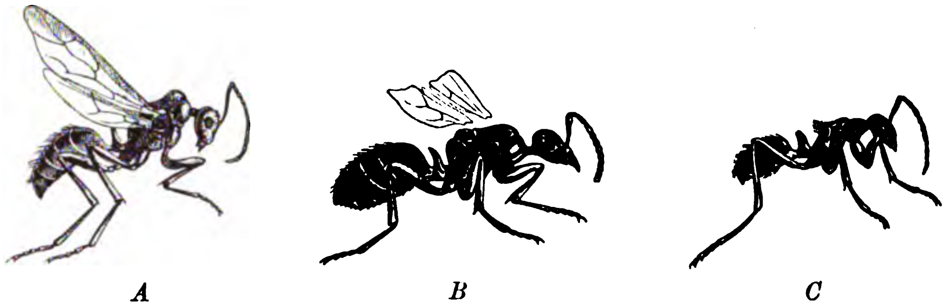


Fig. 270. *Camponotus herculeanus*. *A* ♂, *B* ♀, *C* Arbeiter (aus LEUNIS).

(Fig. 272 A); Hinterleib ganz kurz gestielt, beim ♀ mit Giftstachel. Einsamlebende, gesellige und bei anderen brutschmarotzende Arten; die geselligen mit Polymorphismus (Fig. 272 B). Wohnungen in der Erde, in Mauern und hohlen Bäumen, aus Erde oder dem zwischen den Hinterleibsringen austretenden Wachse erbaut, in Form von Zellen, die zu Waben vereinigt sein können; Nahrung Blumennektar und der daraus im Darme bereitete und wieder ausgebrochene Honig; Larven mit Honig und Pollen gefüttert. — *Apis mellifica* L., Honigbiene (Fig. 272 B).

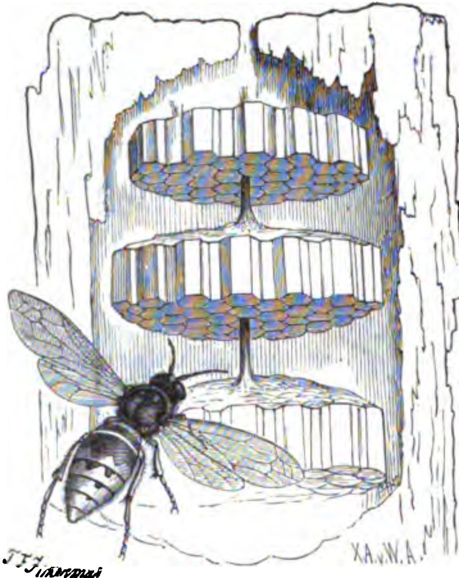


Fig. 271. *Vespa crabro* mit Nest (aus HAYEK).

§ 89. 15. Ordn. **Rhynchota [Hemiptera]**, Schnabelkerfe.

S c h n a b e l t r a g e n d e I n s e k t e n m i t s t e c h e n d e n M u n d t e i l e n, m e i s t f r e i e m P r o t h o r a x u n d u n v o l l k o m m e n e r V e r w a n d l u n g.

Wenn von den Läusen *(Anoplura)* abgesehen wird, die infolge des Parasitismus vielfache Besonderheiten aufweisen, ist folgendes die Organisation der Schnabelkerfe. Der rüsselartige, an der Vorder- oder Unterseite des Kopfes entspringende, von der verlängerten Unterlippe gelieferte Schnabel (Fig. 273) ist meist gerade und 4gliedrig; stellt eine mit den Rändern oben zusammengebogene Röhre dar, die an der klaffenden Basis von der dreieckigen Oberlippe („Clipeus") bedeckt ist; alle Taster fehlen. Der im Schnabel eingeschlossene Saugapparat besteht aus vier hohlen Stechborsten, von denen jedoch das mittlere Paar aus den Mittelkieferladen gebildet der Länge nach zusammenhängt, also scheinbar nur eine Borste bildet, während die beiden äusseren, die Vorderkiefer, stets frei sind. Jede Mittelkieferlade besitzt an der Innenkante 2 Längsrinnen, die sich mit den gegenüberliegenden zu 2 Röhren vereinigen. Beim Saugen werden nur die Stechborsten in den

Tier- oder Pflanzenkörper versenkt, während der Schnabel sich an den Gelenkstellen der Glieder zusammenknickt (Fig. 274 A), dabei wird durch die obere Röhre (Fig. 274 C, x) der Nahrungssaft eingesogen, durch die andere (y) aber Speichel in die verursachte Wunde gespritzt, der giftig wirkt oder die Gerinnung hemmt. Vorderbrust oft sehr gross. Die Beine sind einfache Laufbeine, das vordere Paar bei gewissen Wasserwanzen (*Nepa*, Fig. 49) zu Raubfüssen,

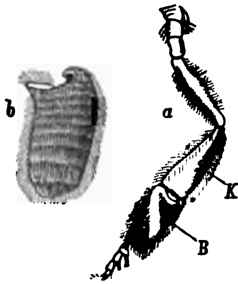


Fig. 272 A. *a* Hinterbein der Arbeiterin von *Apis mellifica*. *K* Körbchen auf der Tibia, *B* vergrössertes Tarsalglied mit dem Bürstchen auf der Unterseite. — *b* Bürstchen, stärker vergrössert (aus CLAUS).



Fig. 272 B. *Apis mellifica*. *a* Königin, *b* Arbeiterin, *c* Drohne (aus CLAUS).

das hintere bei *Notonecta* und anderen zu Schwimmfüssen verwandelt. Die vier Flügel, wenn vorhanden, entweder in beiden Paaren mehr oder minder gleichartig *(Homoptera)*, oder die Vorderflügel grossenteils lederig *(Heteroptera)*. Hinterleib ursprünglich aus 8 stigmentragenden Segmenten, bei Homopteren oft mit Wachsdrüsen auf der Oberseite. Mitteldarm mehrfach geteilt; 4 MALPIGHIsche Gefässe. Eiröhren telotroph, meist nur 4–8; Begattungstasche fehlt, ein Legestachel nur bei den Zikaden. Alle Rhynchoten leben von pflanzlichen oder tierischen Säften, einzelne Heteropteren und alle Anopluren als Ektoparasiten. Geschlechtsdimorphismus ist bei manchen Wanzen, den Singzikaden und Schildläusen vorhanden. Verwandlung durch mehrere Häutungen der Larve.

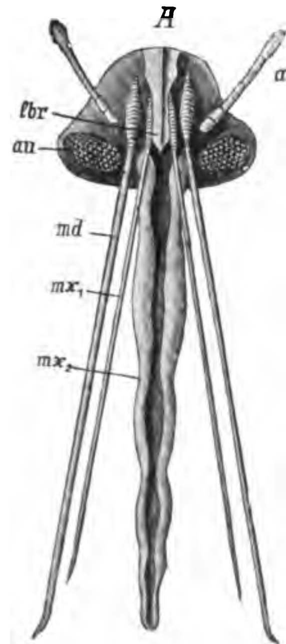


Fig. 273. Mundteile von *Pentatoma*. *a* Antenne, *au* Netzauge, *lbr* Oberlippe, *md* Vorder-, mx_1 Mittel-, mx_2 Hinterkiefer (aus LANG).

1. Unterordn. **Heteroptera**, Wanzen.

Kopf frei beweglich, Schnabel an der Spitze entspringend; Mittelbrust mit deutlichem, oft sehr grossem Scutellum; Flügel in der Ruhe dem Körper flach aufliegend, Vorderflügel zu stärkeren Decken ausgebildet, in der grösseren Grundhälfte (Corium) ledrig, in der kleineren Spitzenhälfte (Membran) häutig (Fig. 275); auf der Bauchseite der Hinterbrust, — bei den Larven auf deren Rückenseite — münden 2 Stinkdrüsen. Viele sind Räuber, manche saugen an Pflanzen, einige sind zeitweilige Schmarotzer (Bettwanze), andere dauernde.

1. Ueberfam. **Gymnocerata**.

Fühler vorgestreckt, oft lang, 4—5 gliedrig, Schnabel i. A. lang. Meistens Landwanzen. — Fam. ***Pentatomidae***, Schildwanzen. Schildchen sehr gross, bisweilen die Flügel ganz verdeckend; leben räuberisch. ***Mormidea nigricornis*** (L), gemeine Baumwanze. — Fam. ***Aradidae***, Rindenwanzen. Sehr flach, Seitenränder des Hinterleibes überragen die Flügeldecken, Punktaugen fehlen. Unter Baumrinde saugend. — ***Aradus cinnamomeus*** Panz., Kiefernwanze.

2. Ueberfam. Cryptocerata, Wasserwanzen.

Körper gestreckt, Kopf so breit wie die Brust, Fühler kürzer als der Kopf, 3—4-gliedrig, versteckt, Schnabel kurz. — *Notonecta glauca* (L), Rückenschwimmer.

2. Unterordn. Homoptera.

Kopf unbeweglich mit der Vorderbrust verbunden, Flügel meist gleichartig, häutig,

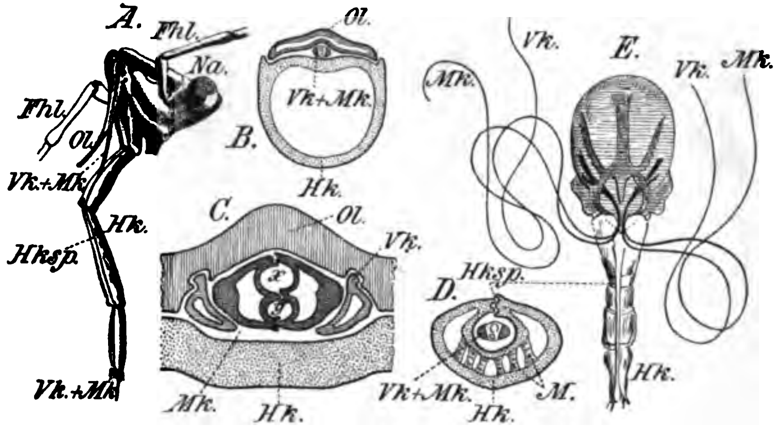


Fig. 274. Mundwerkzeuge von Rhynchoten. *A* Kopf und Rüssel von *Pentatoma*. Die Enden der Fühler sind weggelassen und des besseren Verständnisses halber der Rüssel geknickt, sowie die Oberlippe abgehoben gezeichnet. *Fhl.* Fühler, *Na.* Netzauge, 6/1 n. Gr. *B.*, *C.* u. *D.* halbschematische Querschnitte durch den Rüssel von *Notonecta glauca* L. *B.* Querschnitt durch den Grundteil des Rüssels. *C.* Teil desselben Querschnittes stärker vergrössert. *D.* Querschnitt durch das Rüsselende, doppelt so stark vergrössert als B. *E.* Kopfkapsel und Mundwerkzeuge eines überwinternden Weibchens von *Chermes*. Die Stechborsten sind aus der Rüsselscheide herausgezogen, also in unnatürlicher Stellung. 70|1 n. Gr. *Ol.* Oberlippe, *Vk.* Vorderkiefer, *Mk.* Mittelkiefer, *x.* Saugkanal, *y.* Speichelkanal, *Hk.* Hinterkiefer oder Unterlippe, *Hksp.* vordere Längsspalte der Unterlippe, *M.* Muskulatur (aus NITSCHE).

in der Ruhe dem Körper dachähnlich anliegend, Schnabel unter dem Kopfe an der Kehle entspringend; mit Legestachel; saugen nur Pflanzensäfte.

1. Ueberfam. Cicadoideae, Zikaden, Zirpen.

Kopf breit, Fühler 3gliedrig, letztes Glied eine dünne Borste, Vorderflügel oft stärker chitinisiert, ledrig; Hinterbeine oft verlängert, zum Springen; fast immer 3 Fussglieder; Weibchen mit Legestachel; Eier in der Erde oder unter der Oberhaut von Pflanzen untergebracht. — Fam. *Cercopidae,* Stirnzirpen. Stirn blasig auf-

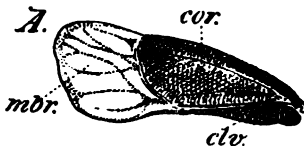


Fig. 275. Deckflügel von *Pentatoma*. *cor.* Corium, *clv.* Clavus, *mbr.* Membran (aus NITSCHE).

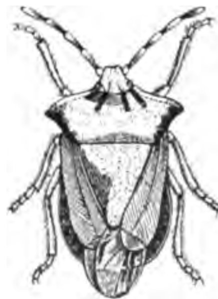


Fig. 276. *Mormidea nigricornis* (aus LEUNIS).

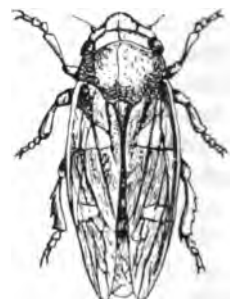


Fig. 277. Gemeine Schaumzirpe, *Cercopis spumaria* (aus LEUNIS).

getrieben, Hinterschienen drehrund mit 1—2 Seitendornen; Larven leben auf Kräutern und Baumzweigen in Schaummassen gehüllt, die sie durch Einpressen von Luft in ihre flüssigen Exkremente herstellen. *Cercopis spumaria* (L), gemeine Schaumzirpe (Fig. 277).

2. Ueberfam. **Psylloideae, Blattflöhe** (Fig. 278).

Kleine und zarte Homopteren mit Sprungvermögen, 3 Punktaugen, langen dünnen Fühlern, 2gliedrigen Tarsen und meist chitinisierten Vorderflügeln; ihr Saugen an Pflanzen ruft oft Verbildungen hervor. — *Psyllopsis fraxinicola* (Fst.), Eschenblattfloh.

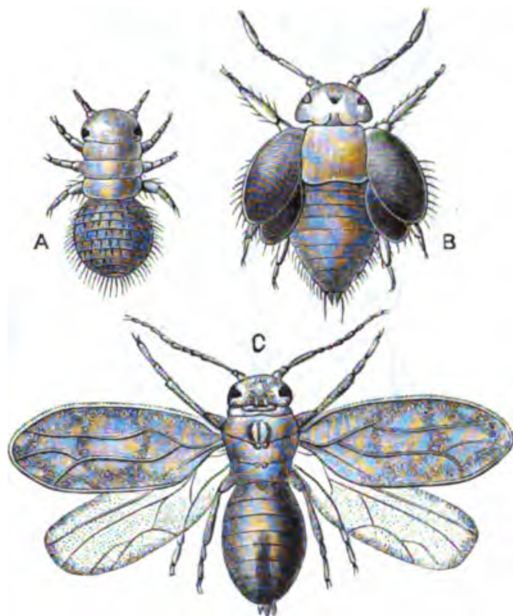


Fig. 278. *Psylla succincta*. *A* Larve vor der ersten Häutung, *B* Larve nach der dritten Häutung, *C* Imago (nach HEGER aus SHARP).

3. Ueberfam. **Phytophthires, Pflanzenläuse.**

Weichhäutige Homopteren, gewöhnlich mit 2 Punktaugen, meist langem, der Vorderbrust angewachsenem Schnabel und häutigen gleichgebildeten Flügeln; Wachsdrüsen sind sehr verbreitet.

1. Fam. **Aphididae,** Blattläuse.

Höchstens 2 Punktaugen, 2 Paar Flügel, oft fehlende, fadenförmige, bis 6gliedrige Fühler, Beine gewöhnlich schlank, mit 2 Fussgliedern; auf dem vorletzten Hinterleibssegmente vielfach 2 Rückenröhren, die nicht „Honig" etc., sondern Wachs absondern. Verwandlung sehr verwickelt durch Abwechslung gamogenetischer Bruten aus abgelegten befruchteten Eiern mit agamen viviparen Bruten. Die Blattläuse leben einzeln und kolonienweise, frei auf oberirdischen Pflanzenteilen und in Gallen, die sie durch ihr Saugen hervorrufen, oder unterirdisch an Wurzeln; ihre flüssigen, zukkerhaltigen Faeces können als „Honigtau" einen glänzenden, firnisartigen Ueberzug auf Blättern herstellen.

1. Unterfam. *Aphidinae*, echte Blattläuse. Schlanke Formen mit fadenförmigen, langen, 4—6gliedrigen Fühlern, schlanken Beinen und gewöhnlich mit Rückenröhren (Fig. 279); die parthenogenetischen Bruten sind vivipar. Die Fortpflanzung geht gewöhnlich von einem befruchteten, überwinternden Ei aus, dem im Frühjahr ungeflügelte Larven entschlüpfen. Nachdem diese nach mehreren Häutungen zu ungeflügelten Weibchen ohne Samentasche geworden sind, bringen sie auf agamem Wege lebendige Junge hervor, die derselben Entwicklung unterliegen; eine derartige Brutfolge pflegt sich den ganzen Sommer hindurch fortzusetzen, bis im Herbst eine agame Generation Flügel erhält und

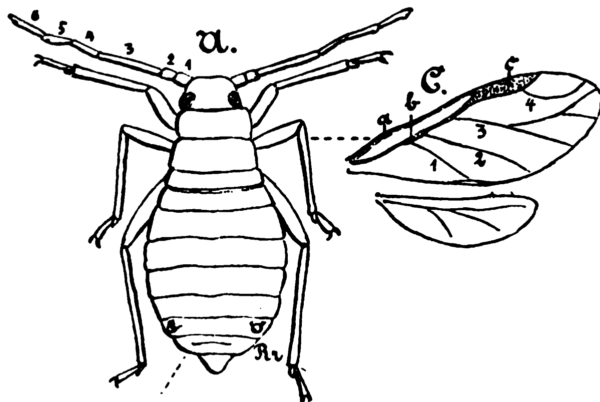


Fig. 279. *Lachnus fagi*. *A* ungeflügelte jungfräuliche Mutter, 25/1 n. Gr. *1—6* erstes bis sechstes Fühlerglied, *Rr* rudimentäre Rückenröhren. *C* Flügel *a* Randader, *b* Unterrandader, *c* Stigma, *1—4* die vier Schrägadern (aus NITSCHE).

auf die bisherige Weise die einzige gamogenetische Brut erzeugt. Diese letztere, die Geschlechtstiere, besteht aus geflügelten ♂ und ungeflügelten, aber mit Samentasche versehenen ♀, die nach der Begattung ein oder wenige dickschalige Wintereier legen und

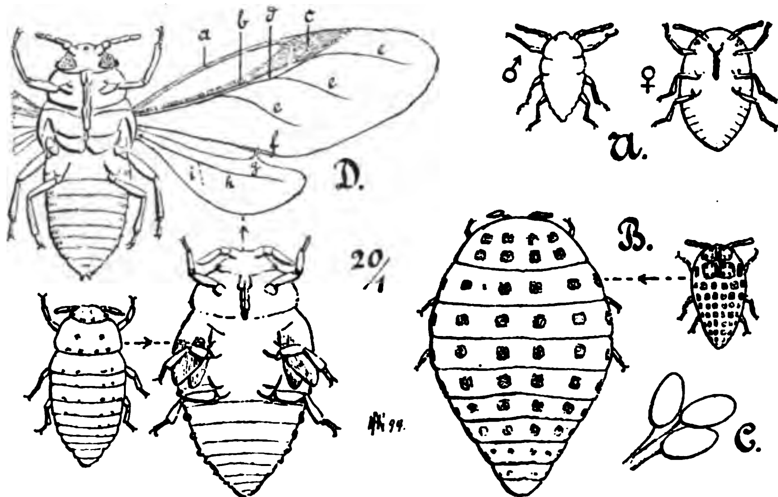


Fig. 280. Uebersicht über die Hauptformen der Gattung *Chermes*, durchweg 20/1 nat. Grösse. Die verschiedenen Zustände eines und desselben Individuums sind durch punktierte Linien verbunden. *A* Die geschlechtliche Generation von *Ch. coccineus*, das ♂ von oben, das ♀ von unten gesehen. *B* Ungeflügelte jungfräuliche Mutter, Stammutter von *Ch. Abietis*, deren Stich die Fichtengallen erzeugt, von oben gesehen. Rechts im überwinternden Larvenzustande, links als reife Frühjahrsform. *C* Die gestielten Eier der letzteren. *D* Geflügelte jungfräuliche, aus der Galle hervorgekommene Mutter von *Ch. Abietis*. Links unten als gallenbewohnende Larve, rechts unten als Nymphe mit Flügelscheiden, oben als reife geflügelte Mutter (aus NITSCHE).

damit den heterogenetischen Kreis schliessen. — Nach der Bildung der Rückenröhren und dem Flügelgeäder werden die Unterfam. *Aphidinae*, *Lachninae*, *Schizoncurinae*, *Pemphiginae* gesondert. — *Lachnus fagi* (L), Buchenblattlaus (Fig. 279), *Mindarus abietinus* Koch, Tannentrieblaus, *Rhizomaria poschingeri* Holzner, Tannenwurzellaus.

2. Unterfam. *Phylloxerinae*, Afterblattläuse.

Kleine, gedrungene Pflanzenläuse, mit 2—3 Punktaugen, kurzen, höchstens 5-gliedrigen Fühlern und Beinen, mit 2gliedrigen Füssen, sparsam geaderten Flügeln,

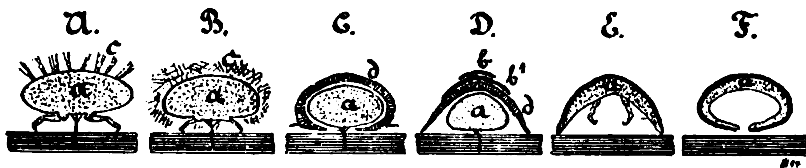


Fig. 281. 6 schematische Querschnitte durch den Körper verschiedener Schildlausweibchen. Die Schnitte *A—D* sind so gedacht, dass sie durch die die Tiere festheftenden Stechborsten gehen. *a* der durch Punktierung ausgezeichnete Querschnitt des Tierleibes selbst. Die grössere oder geringere Stärke des Umrisses bezeichnet die grössere oder geringere Festigkeit der Chitincuticula. *b* erste, *b1* zweite abgeworfene Larvenhaut, die an dem Aufbau des Schildes teilnehmen. *c* lockere Wachsabsonderung. *d* feste Wachshülle. *A*, *B*, *C* verschiedene Ausbildungsstufen der als *Coccus* zusammengefassten Arten. *D* Unterfam. *Diaspinae*, *E* u. *F* Unterfam. *Lecaniinae* (aus NITSCHE).

stets ohne Rückenröhren; Fortpflanzung nur ovipar. Bei der forstlich wichtigsten Gattung *Chermes* L., Koniferenlaus (Fig. 280), haben die parthenogenetischen ♀ zahlreiche, reihenweis die Oberseite besetzende Wachsdrüsenplatten, die geflügelten darunter 5gliedrige Fühler, die Geschlechtstiere ausgebildeten Mund und Darm und 4-gliedrige Fühler. Die normale Heterogonie verläuft hauptsächlich auf der Fichte, auf der die aus dem Winterei entstehende 1. agame Brut (Fundatrix) eine Galle erzeugt; in dieser entsteht als 2. agame Brut die geflügelte Migrans alata, die auf eine andere Nadelholzart (Zwischenkonifere) überfliegt und Eier absetzt; die 3. daraus

kommende Brut (Emigrans) ähnelt wieder der Fundatrix und legt nach Ueberwinterung auf der Zwischenkonifere Eier, die teils ebensolche Junge hervorgehen lassen, teils eine neue 4. Generation (Sexupara); diese letztere, der Migrans alata ähnlich, fliegt zur Fichte zurück, um dort Eier zu legen, aus denen die letzte 5. Brut der Sexuales entsteht; das begattete ♀ der letzteren legt auf der Fichte wieder ein einziges Winterei ab. Für die einzelnen Arten von *Chermes* gelten mancherlei Abweichungen von jenen Grundzügen. — *Chermes abietis* (L.), Fichtengallenlaus.

2. Fam. *Coccidae*, Schildläuse.

Rüssel verkümmert, 1—2gliedrig, Tarsen 1gliedrig mit einer Klaue; Geschlechtsdimorphismus sehr stark. ♂ mit 10gliedrigen Fühlern, entweder 2 Netz- oder 4—10 Punktaugen, ohne alle Mundwerkzeuge, nur mit Vorderflügeln und langen Beinen, sowie ziemlich langem Penis, den oft 2 Schwanzborsten begleiten. ♀ larvenartig, mit 2 Punktaugen, höchstens 9gliedrigen Fühlern und kurzen Beinen, sowie nur thorakalen Stigmen; mit Erlangung der Geschlechtsreife können Fühler und Beine gänzlich schwin-

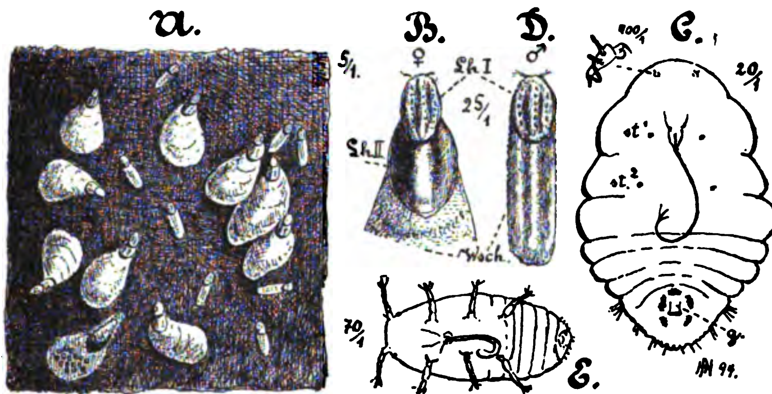


Fig. 282. *Chionaspis salicis.* Alle Figuren vergrössert. *A* Kolonie dieser Schildlaus auf Eschenrinde, 9 grosse, schinkenförmige, weibliche und 8 kleine, männliche Schilde zeigend. Links unten ist ein Schild entfernt, um das darunter befindliche ♀ mit Eiern zu zeigen. *B* Vorderende eines ♀ Schildes mit den beiden Larvenhäuten, *Lh I* u. *Lh II*, und dem Anfange des Wachsschildes. *C* Erwachsenes ♀ von der Bauchseite mit den beiden Fühlerstummeln, deren einer daneben vergrössert gezeichnet ist, dem Schnabel mit den Stechborsten, den beiden Stigmenpaaren *st1* u. *st2*, u. der an der Unterseite des beborsteten Hinterleibsendes gelegenen Geschlechtsöffnung *g*, die von fünf Gruppen von Wachsporen umgeben ist. *D* Schild, unter dem das ♂ sich entwickelt, nur aus der ersten Larvenhaut, *Lh I.* u. dem schmalen Wachsschilde, *Wsch* bestehend. *E* Ganz junge, eben ausgeschlüpfte Larve mit deutlichen Gliedmassen (aus NITSCHE).

den (Fig. 282 C), sodass das Tier sich nur mit den sehr langen Stechborsten in der Unterlage festhält, und nach der Befruchtung bilden sich mit der Reifung der Eier merkwürdige Schutzhüllen zur Bedeckung des weiblichen Körpers und der Nachkommenschaft aus. Jene Hüllen sind verschiedenartige Erzeugnisse des Integuments: einfache Wachsausscheidungen (*Coccus* L.), die locker bleiben (Fig. 281 A, B) oder zu einer das Tier umschliessenden Kapsel werden (Fig. 281 C); bei der Unterfam. *Diaspinae* bleiben die abgeworfenen 1. und 2. Häute über dem Weibchen liegen; unter diesen schildähnlichen Häuten bildet eine Wachsabsonderung ein 3. Schild, das die beiden ersten verklebt und mit ihnen eine nach hinten verbreiterte, muschelförmige Kapsel bildet (Fig. 282 B); auch die ♂ dieser Unterfam. erzeugen ein Schild, unter dem sie sich zur Geschlechtsreife entwickeln, aber nur aus einer Larvenhaut und dem Wachsschilde bestehend (Fig. 282 D). Bei den reifenden Weibchen der *Lecaniinae* endlich verdickt sich die Rückenhaut und der schwellende weibliche Körper — der gewöhnlich Fühler und Beine behält — wölbt sich zu einer Kapsel, deren Ränder auf der Unterlage aufliegen (Fig. 281 E) oder auch sich so nach innen wölben, dass sie sich unter dem Leibe in der Mittellinie fast berühren (Fig. 281 F).

Die Larven der Schildläuse sind flach, haben 2 Punktaugen, mehrgliedrige Fühler und Mundwerkzeuge in einem kurzen, 1—2gliedrigen Schnabel. Während die Entwicklung zum ♀ — abgesehen von der Ausbildung der Geschlechtsteile und der Schutzschilde — wesentlich eine rückschreitende ist, ist die Umwandlung zum ♂ eine so tiefgreifende, dass sie nicht mehr im Rahmen einer unvollkommenen Metamorphose vor sich geht. Vielmehr werden — wie bei der vollkommenen Verwandlung — die Larvenorgane völlig zurück- und die endlichen ganz neu gebildet, was in einem völligen Ruhezustande ohne Nahrungsaufnahme unter dem schützenden sog. männlichen Schilde vor sich geht (Fig. 282 D).

Schildläuse finden sich auf Blättern, Rinde, Früchten. Einige Arten sind als Lieferanten von Farbe (Karmin), Lack und Wachs nützlich. — *Cryptococcus fagi* Bärenspr., Buchenschildlaus; *Chionaspis salicis* (L.), gemeine Miesmuschel-Laus (Fig. 282); *Lecanium hemicryphum* Dalm., Fichtenschildlaus.

§ 90. 3. Unterordn. **Anoplura** [Siphunculata], Tierläuse.

Kleine flachgedrückte, flügellose Schnabelkerfe; Augen oft fehlend; Fühler 3—5-gliedrig; Rüssel durch einen Hypopharynx ergänzt, in den Kopf einstülpbar, Vorderkiefer bisweilen erhalten, dann kurz dreieckig; Brustringe völlig verwachsen, nur ein Thoraxstigma, Beine als Klammerbeine, Tarsus 1gliedrig und 1klauig. Eier (Fig. 167 R) pfeifenkopfähnlich, mit dem Stiele an ein Haar angeklebt, am freien Ende ein flacher Deckel, den die ausschlüpfende Larve absprengt. Dauernde Aussenschmarotzer auf der behaarten Haut von Säugetieren. — *Pediculus capitis* de Geer, Kopflaus (Fig. 283).

6. Stamm. **Mollusca.** Weichtiere.

§ 91. Allgemeines. Weiche ungegliederte Bilateraltiere mit einem ventralen Bewegungsorgane (Fuss), dorsaler harter Körperbedeckung (Schale) und einer darunter liegenden Hautverdopplung (Mantel); in dem Zwischenraume zwischen den beiden Mantelblättern (Mantelhöhle) liegen Atmungsorgane und Oeffnungen der Eingeweide.

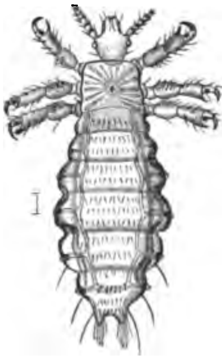


Fig. 283. *Pediculus capitis* ♀ (nach PIAGET a. SHARP).

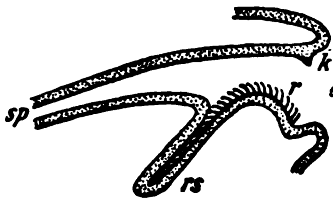
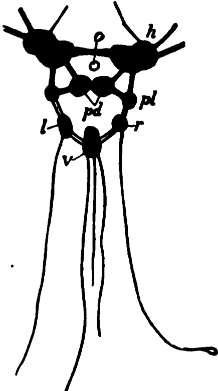


Fig. 284. Mundhöhle einer Schnecke im Durchschnitt, schematisch. *k* Kiefer, *o* Mundöffnung, *r* Radula, *rs* Zungenscheide, *sp* Speiseröhre (aus BOAS).

Integument weich, reich an Schleimdrüsen, oft bewimpert; die meist einheitliche Schale ist eine kutikulare Absonderung aus kohlensaurem Kalk mit einer hornigen Aussenschicht; der Hautmuskelschlauch aus glatten Fasern ist auf die Bauchseite als sog. Fuss, besser Kriechsohle, verlegt. In der Mundhöhle die Zunge, ein knorpliger querer Muskelwulst, von hinten her überzogen von der chitinigen Reibeplatte (Radula), die zahlreiche in Längs- und Querreihen geordnete Kalkzähnchen trägt (Fig. 284). Der Darm führt vorn 2 Speicheldrüsen, am Mittelteile ein Hepatopankreas und mündet in die Mantelhöhle aus. Infolge starker schwammiger Wucherung des Füllgewebes ist die sekundäre Leibeshöhle auf einen das Herz einschliessenden Herzbeutel und die — wie immer dem Cölom entstammenden — Keimdrüsen eingeschränkt. In den Lakunen des Füllgewebes kreist das Blut, um in der Nähe der Atmungsorgane in geschlossene

Kiemenarterien gelenkt zu werden, erstere zu durchströmen und als arterielles Blut durch Kiemenvenen in das einfache oder paarige Atrium einzutreten; aus der Herzkammer wird das Blut durch eine bis mehrere Aorten wieder in die Lakunen getrieben. Nephridien sind ursprünglich als ein Paar vorhanden, dessen Schläuche im Perikard beginnen und neben dem After in der Mantelhöhle münden; diese Nieren können auf eine vermindert sein. Das ursprünglich strickleiterig angelegte Nervensystem besteht aus einem Hirn, zwei ventralen Längsnerven (Pedal-



Fi. 285. Nervensystem einer Lungenschnecke (*Limnaea*). *h* Hirn, *l* linkes Parietalganglion, *o* Mund, *pd* Pedalganglien, *pl* Pleuralganglien, *r* rechtes Parietalganglion, *v* Visceralganglion (aus GOETTE).

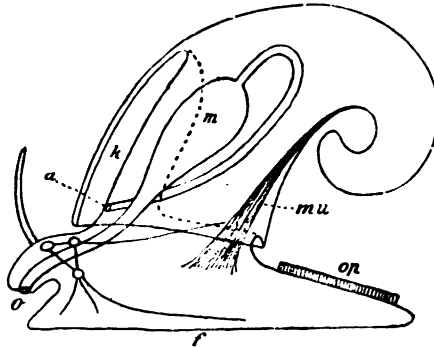


Fig. 286. Schematische Figur einer Schnecke von der linken Seite gesehen (Schale weggenommen). *a* After, *f* Fuss, *k* Mantelhöhle, *m* Magen, *mu* Spindelmuskel, *o* Mund, *op* Deckel. Ausser den mit Buchstaben bezeichneten Teilen sind noch gewisse Partien des Nervensystems mit eingezeichnet, nämlich Gehirn und Pleuralganglion (oberhalb der Speiseröhre) und Pedalganglion (unterhalb der Speiseröhre). Die punktierte Linie deutet die Grenze der Mantelhöhle an (aus BOAS)

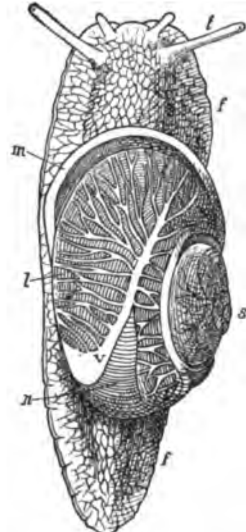


Fig. 287. Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) nach Entfernung der Schale von oben gesehen. *f* Fuss, *l* Lunge, *m* angewachsener Mantelrand, *n* Niere, *s* Eingeweidesack, *t* Fühler, *v* Lungenvene (nach HATSCHEK und CORI aus GOETTE).

stränge) und seitlichen (pleurovisceralen) Strängen mit zahlreichen Querverbindungen (Kommissuren). Indessen haben sich bei den meisten Weichtieren die Pedalstränge samt ihren Ganglien zu einem einzigen Paare starker Knoten, den Pedalganglien, zusammengezogen, während von den Pleurovisceralsträngen deren drei Paare erhalten sind, nämlich vorn die Pleuralganglien, seitlich die Parietalganglien und hinten die Visceralganglien (Fig. 285). Von den Sinnesorganen treten die vom Bechertypus abzuleitenden Augen und ein Paar tief im Körper, bei den Pedalganglien, gelegene Statozysten hervor. Die meist unpaar gewordene Keimdrüse hat einen Hohlraum, in den die reifen Genitalzellen fallen, um durch Leitungswege nach aussen geführt zu werden; sowohl Geschlechtertrennung wie zwittriger Bau sind verbreitet, wobei im letzteren Falle ein und dieselbe Keimstätte (Zwitterdrüse) sowohl Ei- wie Samenzellen erzeugt. Mit der Entwicklung ist in der Regel ein Larvenstadium verbunden, das sich im Bau eng an die Trochophoralarve der Würmer anschliesst. – Die Weichtiere zählen Meeres-, Süsswasser- und Landformen zu sich; sie leben teils von Tieren, teils von Pflanzen.

§ 92. 1. Klasse. Gastropoda.

Asymmetrische Weichtiere mit deutlich abgegrenztem Kopfe und Fusse und einfacher Schale.

Hinter der Mantelhöhle ist ein Teil der dorsalen Körperwand mächtig aufgewölbt und zu einer nach hinten gerichteteten bruchsackähnlichen Ausstülpung geworden, in der die massigen Eingeweide und Geschlechtsorgane Platz finden — der

Eingeweidesack (Fig. 286, 287). Da er sich während der Embryonalentwicklung nach hinten über die — ursprünglich hinten offene — Mantelhöhle legt, weicht diese dem Drucke aus und biegt nach vorn um, sodass sie dem Eingeweidesack vorn aufgelagert ist und sich nach dem Kopfe zu öffnet, wobei der untere Saum ihrer Mündung den Bruchsack vorn begrenzt. Jene Drehung der Mantelhöhle um 180° hat naturgemäss eine Verlagerung ihrer Organe von rechts nach links und umgekehrt, sowie die Umbiegung des Darms mit Afteröffnung und der grossen Blutgefässe nach vorn zur Folge (Fig. 286). Gleichzeitig hat sich der Eingeweidesack infolge einseitigen Wachstums asymmetrisch gekrümmt und aufgerollt, was fernerhin zur Asymmetrie vieler innerer Organe führte und jenes spiralig gewundene Gebilde nach der einen Seite über den Rumpf überhängen macht. In der Regel geht die Aufrollung nach rechts vor sich und der Bruchsack hängt nach rechts über (Fig. 287). Er ist von der Schale ganz eingehüllt, die als Absonderung der Haut den Krümmungen genau folgt; an der Spitze des Eingeweidesackes ist sie geschlossen, während sie unten eine weite rundliche Oeffnung hat, die mit dem Mündungssaume der Mantelhöhle (Mantelrand) abschneidet, jedoch kann der Eingeweidesack so weit in die Schale zurückgezogen werden, dass auch der übrige Schneckenkörper in der untersten Windung Platz findet; das Zurückziehen besorgt der Spindelmuskel, ein aus dem Fusse abgezweigter, mit dem Eingeweidesack in die Schale eintretender und an deren Mittelachse, der Spindel, sich anheftender Strang (Fig. 286). Die Mantelhöhle ist, da sie die Atmungsorgane enthält, gleichzeitig Atemhöhle u. zw. liegen diese entweder vor dem Herzen *(Prosobranchia)* oder hinter ihm *(Opisthobranchia)*. Es sind ursprünglich zwei Kiemen aus je einer Leiste mit kammähnlich anhängenden Kiemenblättchen bestehend vorhanden, von denen aber infolge der asymmetrischen Ausbildung eine schwinden kann; bei den luftatmenden Landformen hat sich an Stelle der Kiemen ein respiratorisches Gefässnetz ausgebreitet (Fig. 288), auch können an Stelle der echten Kiemen nachträglich erworbene, als Auswüchse der Rückenhaut u. s. w., entstehen (Fig. 1). Der Kopf trägt zwei oder vier Fühler, die Augen und die Mundöffnung; in der Mundhöhle (Fig. 284) ist vor der Radula (Fig. 289) noch eine sichelförmige Kieferplatte

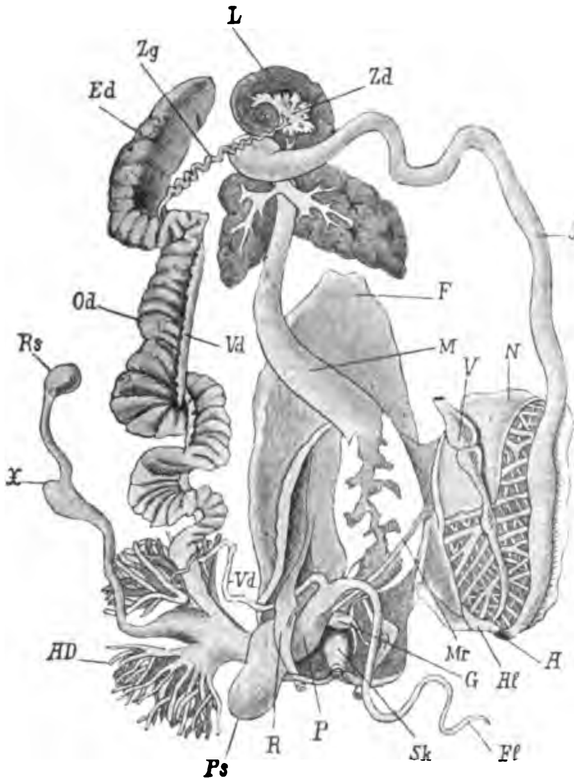


Fig. 288. Anatomie von *Helix pomatia*. Die Schale ist entfernt, der Mantel auf die linke Seite gelegt, die Organe des Eingeweidesackes und Kopfes isoliert und auseinandergelegt. Links (in der Figur) die Geschlechtsorgane. *L* Leber, *Zd* Zwitterdrüse, *J* Darm, *N* Niere, *V* Herzkammer, *M* Magen, *F* Fuss, *A* After, *Al* Gegend des Atemloches am Mantelrande, *Mr* Rückziehmuskel des Penis, *G* Cerebralganglion, *Fl* Flagellum, *Sk* Schlundkopf, *P* Penis, *R* Fühlerretraktor, *Ps* Pfeilsack, *Ad* fingerförmige Drüse, *Vd* Samenleiter, *X* seitliche Ausbuchtung des Stieles der Samentasche, *Rs*, *Od* Eileiterteil des Uterus, *Ed* Eiweissdrüse, *Zg* Zwittergang (nach LOOSS aus LANG).

(Fig. 290) senkrecht angebracht. Von den beiden Nieren bleibt nur die linke (ursprünglich rechte) übrig, die schwammig ist (Fig. 71) und ihr ziemlich festes Exkret in der Nähe des Afters aus der Mantelhöhle abgibt. Die Augen sitzen am Grunde oder an der Spitze von 2 Fühlern, doch kommen auch besondere Rückenaugen vor. Tast- und Geruchsorgane sind an den Fühlern, der Mundöffnung und in der Atemhöhle zu finden. Der Ausführungsgang der einfachen Keimdrüse mündet neben dem After oder ausserhalb der Mantelhöhle hinter dem Kopfe.

1. Ordn. **Prosobranchia,** Vorderkiemer.

Kieme vor dem Herzen gelegen, Fuss hinter dem Eingeweidesacke mit einem kreisrunden Kalkdeckel versehen, der beim Zurückziehen in die Schale deren Mündung verschliesst (Fig. 286); öfters Uebergänge von Kiemen zur Lunge und reine Lungenatmung; Geschlechter getrennt. Meist



Fig. 289. Ein Glied (Querreihe) der Radula von *Limnaea stagnalis* (aus LEUNIS).

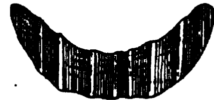


Fig. 290. Kiefer von *Helix pomatia* (aus LEUNIS).

Meerestiere, doch auch Süsswasser- und Landformen. — *Paludina vivipara* L., Kiemensumpfschnecke. Im Süsswasser, lebendig gebärend.

2. Ordn. **Pulmonata.** Lungenschnecken.

Durch Lungen atmende, zwittrige Schnecken, nackt oder beschalt, stets ohne Deckel; auf dem Lande oder im Süsswasser; meistens Pflanzenfresser.

In der oberen Decke der Mantelhöhle ist ein dichtes Netzwerk respiratorischer Gefässe entwickelt, die Ränder der Oeffnung sind bis auf ein enges Atemloch verwachsen, neben dem der After und Harnleiter zu münden pflegen. Der Eingeweidesack kann — bei den Nacktschnecken — völlig verstreichen, so dass die Eingeweide wieder in den Fuss treten und die Schale bis auf geringe, vom Mantel überwachsene Reste verschwindet. Die zwittrigen Geschlechtsorgane sind sehr entwickelt (Fig. 288). Aus der von der Mitteldarmdrüse umwachsenen Zwitterdrüse kommt ein geschlängelter Zwittergang, dem seitlich die umfangreiche Eiweissdrüse anhängt; er ist weiterhin in den vielgefältelten Uterus, in dem die Eier legereif ausgebildet werden, und eine nach innen offene Samenrinne, also nur unvollkommen, geteilt; erst im letzten Abschnitte sondern sich beide Leitungswege vollständig in Scheide und Samenleiter. Von der Scheide zweigen sich die gestielte Samentasche und gelegentlich zwei Büschel „fingerförmiger“ Anhangsdrüsen ab, die Schleim absondern; ferner sitzt ein drüsigmuskulöser Pfeilsack an, der den Liebespfeil (Fig. 89) bildet und herausbefördert. Das Endstück des Samenleiters kann als Penis ausgestülpt und nach der Begattung durch einen besonderen Rückziehmuskel wieder eingezogen werden; ein fadenförmiger Anhang des Penis (Flagellum) ist bei der Lieferung der Spermatophore beteiligt. Die vereinigten oder getrennten Geschlechtsöffnungen liegen rechts hinter dem Fühler. Die Lungenschnecken teilen sich in Land- und Süsswasserformen; erstere (Stylommatophoren) haben vier einziehbare Fühler, deren hinteres Paar grösser ist und auf der Spitze die Augen trägt, und einheitliche Geschlechtsöffnung (*Helix pomatia* L., Weinbergsschnecke. *Agriolimax agrestis* L., Ackernacktschnecke); bei den Süsswasserschnecken (Basommatophoren) ist nur ein Paar nicht rückziehbarer Fühler vorhanden, an dessen Grunde die Augen sitzen, und die Geschlechtsöffnungen sind getrennt (*Limnaea stagnalis* L., Schlammschnecke).

§ 93. 2. Klasse. **Lamellibranchiata.** Muscheln.

Symmetrische, seitlich zusammengedrückte, von zwei seitlichen Mantelfalten und zwei Schalenhälften ganz eingeschlossene Weichtiere; ohne Kopf, Fühler, Kopfaugen, Radula und ohne Eingeweidesack.

Der Mantelrand ist an jeder Seite in eine grosse herabhängende Falte verlängert — die Mantellappen (Fig. 291), die den Körper einhüllen; ihr freier Rand ist der Länge nach in verschiedener Ausdehnung verwachsen, so dass aber mindestens eine hintere Kloakenöffnung, ein Schlitz zum Herausstrecken des Fusses, und ein Spalt für den Eintritt des Atemwassers bleiben. Kloaken- und Atemöffnung liegen benachbart am Hinterrande und sind bei Muscheln, die im Schlamm oder in Höhlen verborgen stecken, in Röhren (Siphonen) verlängert, die bis ins Wasser ragen. Der Körper ist symmetrisch geworden mit vorderer Mund- und hinterer Afteröffnung, so gut wie ganz geschwundenem Eingeweidesacke und kiel-, beil- oder zungenförmigem Fusse. Ueber den beiden Mantellappen breiten sich die zwei Schalenhälften aus, oben in der Mittellinie durch ein Schloss und Sehnenband gelenkig verbunden; jederseits unter dem Mantel sind oben 2 Kiemen angewachsen, die sich als lange Blätter zu beiden Seiten des Körpers erstrecken. Das Herz entsendet nach vorn und hinten Gefässe. Neben der Mundöffnung sitzen mehrere häutige Mundlappen, deren Wimperbesatz die kleinen, mit dem Atemwasser in die Mantelhöhle gelangten Nahrungsteilchen in den Mund befördert; diesem fehlen Kiefer und Radula. Der Darm ist gleichweit, vielfach aufgeknäuelt und mit zwei Lebern ausgestattet; vor dem Austritte durchbohrt er den Herzbeutel und vielfach das Herz selbst. Die paarigen Nieren („Bojanussches Organ") liegen unter dem Herzbeutel und münden über dem Fusse in die Mantelhöhle. Am Nervensystem sind gewöhnlich nur drei Ganglienpaare geblieben, weil die Pleuralganglien mit dem Gehirn und die parietalen Ganglien mit den visceralen verschmolzen sind. Von Sinnesorganen ist das Getast am Mantelrande ausgebildet, wo auch bisweilen einfache und zusammengesetzte Augen stehen; die Statozyste ist paarig. Auch die meist getrenntgeschlechtigen Keimdrüsen sind doppelt und münden in die Niere oder selbständig; vielfach durchlaufen die Eier ihre Entwicklung an den mütterlichen Kiemen. — Die meisten Muscheln sind Meeresbewohner; ihre Bewegung beschränkt sich auf ein zeitweiliges Kriechen mit dem Fusse oder stossweises Schwimmen durch Zusammenklappen der Schalen; sehr viele stecken tief im Schlamm oder sind festgewachsen; andere bohren sich Höhlen in Steinen und Holz; einzelne sind Schmarotzer an und in Stachelhäutern. — *Margaritana margaritifera* (L.), Flussperlmuschel.

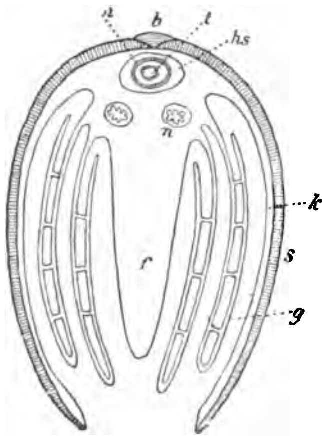


Fig. 291. Querschnitt einer Muschel (Schema). *b* Rand, *f* Fuss, *g* Kieme, *h* Herz, *hs* Herzbeutel, *k* Mantellappen, *n* Niere, *s* Schale, *t* Darm (aus BOAS).

b. Bilateralia pleurogastrica.

7. Stamm. **Echinodermata.** Stachelhäuter.

Im erwachsenen Zustande strahlig gebaute Seetiere mit kalkigem Unterhautskelett und einem Wassergefässsystem.

Aus bilateralen Larvenformen hervorgegangen, zeigen die erwachsenen Echino-

dermen einen gewöhnlich fünfstrahligen äusseren und vielfach auch inneren Bau, während die Körperform selbst platt-sternförmig, kugelig, walzig sein kann (Fig. 292). Die regelrecht ausgebildeten Formen lassen eine Hauptachse erkennen, die sich zwischen dem Mund(Oral-)pol und dem entgegengesetzten Scheitel(Apikal-)pol erstreckt; um die Hauptachse liegen 5 kongruente Teilstücke, die Radien oder Ambulakren, zwischen ihnen die Interradien oder Interambulakren; beide sind durch den Besitz oder Mangel von Fortsätzen des Wassergefässsystems auch äusserlich als Ambulakral- und Interambulakralfelder bezeichnet. Den Scheitelpol erreichen diese Felder nicht, sondern lassen ein Apikalfeld frei, dem die übrige Oberfläche als ambulakrale gegenübersteht. An der Grenze zwischen beiden kann

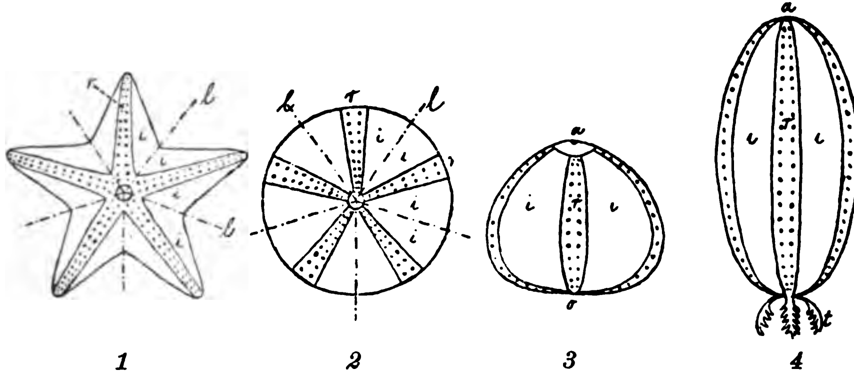


Fig. 292. Schematische Figuren zur Erläuterung des strahligen Baues der Stachelhäuter. *1* Seestern von unten, *2* Seeigel ebenso, *3* Seeigel von der Seite, *4* Seewalze ebenso. *a* After, *o* Mund, *r* Radius, *i* Interradius, *l* Linien, durch welche die Radien gegeneinander abgegrenzt werden, *t* Tentakel (aus BOAS).

der Körper in jedem Radius in einen Arm verlängert sein (Fig. 293), dessen Oberseite von Ausläufern des Apikalfeldes, dessen Unterseite von der Ambulakralhälfte des Körpers geliefert wird. Jener äusserlich radiäre Bau dehnt sich, wiewohl mit manchen Ausnahmen, auf die inneren Organe aus. In der Unterhaut sind ausser der glatten Muskulatur die kalkigen Skelettnadeln eingelagert, die zu einzelnen Platten von bestimmter Form und Anordnung verschmelzen; auch sind bei den Seeigeln äussere, bewegliche Stacheln vorhanden. In der geräumigen Leibeshöhle verläuft von Pol zu Pol der anhangslose Darm (Fig. 293, 294), meist gewunden ist er nur bei den See- und Schlangensternen kurz und weit; er stülpt sich bei den ersteren radial aus (Fig. 293). Der Mund deckt sich stets mit dem Oralpol, während ein vorhandener After zwar dem Apikalpol genähert zu sein pflegt, aber unsymmetrisch in einem Interambulakrum liegt (Fig. 294). Einen sehr selbständigen Cölomteil bildet das Wassergefäss- oder Ambulakralsystem (Fig. 295—296), das mit seinen äusseren Endorganen zur Atmung und zum Nahrungserwerbe dienen kann, im allgemeinen aber hauptsächlich die eigentümliche kriechende Bewegung der Stachelhäuter an festen Gegenständen ermöglicht, da bei der geringen, bei den Seeigeln sogar ganz ausgeschlossenen Verschiebbarkeit ihres Hautskeletts der Hautmuskelschlauch unwirksam ist. Von der siebartig durchlöcherten Madreporenplatte erstreckt sich ein Rohr, der sog. Steinkanal, zu dem ringförmig den Schlund umgebenden Ringkanal, welchem fünf Erweiterungen, die Polischen Blasen anhängen (Fig. 296). Zwischen diesen gehen vom Ringkanal ebenfalls fünf Radiärkanäle aus mit je zwei Reihen Seitenkanälchen, deren jedes ein blindes Anhangssäckchen (Ampulle) besitzt und in einem den Hautpanzer durchbohrenden, in einer Saugscheibe auslaufenden Ambulakralfüsschen endigt. Durch dieses Ambulakral- oder Wassergefässsystem kommt die Ortsbewegung in der Art zustande, dass das Seewasser durch die Oeffnungen der

Madreporenplatte eingesogen und in die Füsschen hineingepresst wird, so dass diese anschwellen und sich strecken; dann heften sie sich vermöge ihrer Saugscheiben an etwas fest, verkürzen sich durch Muskelwirkung und ziehen so den Körper mit. Indem abwechselnd Gruppen von Füsschen anschwellen und sich festheften, andre erschlaffen und loslassen, findet ein langsames Kriechen in der gewählten Richtung statt. Zur Atmung dienen ausser der Haut und den Ambulakralfortsätzen hie und da besondere Darmanhänge, wie die sog. Wasserlungen der Seewalzen. Ein Blutgefässsystem ist nur in sehr unvollkommenen Lakunenbildungen im Bindegewebe angedeutet, auch fehlen eigentliche Exkretionsorgane. Das Nervensystem (Fig. 73) besteht aus einem zentralen Ring um den Anfangsdarm und radiären Abzweigungen, beide stets nach aussen vom Ambulakralsystem gelagert, dazu kommen noch tieferliegende oder dem Apikalpol genäherte Nervenmassen. Tast- und Schmeckzellen finden sich an den Ambulakralanhängen, einfache Augen gewöhnlich an den Armenden. Die Keimdrüsen der getrenntgeschlechtigen Stachelhäuter sind einfache, nach aussen mündende Schläuche in den Interambulakren. Die Entwicklung zeichnet sich durch eingreifende Metamorphose aus, die von bilateralsymmetrischen, durch lange gewundene Wimperschnüre zur flinken Ortsbewegung befähigten Larven zu den trägen, oft festgehefteten Echinodermen führt; der radiäre Bau dieser kann als nachträglich erworben infolge des Ueberganges zur mehr oder weniger festsitzenden Lebensweise angesehen werden.

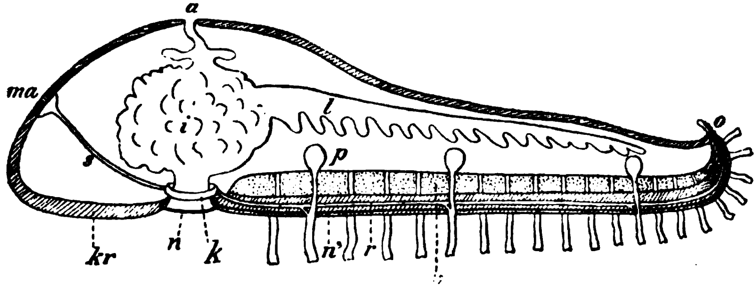


Fig. 293.

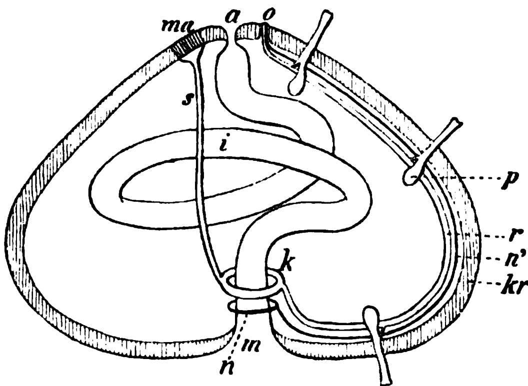


Fig. 294.

Fig. 293 und 294. Schematische Längsschnitte eines *Seesterns* und eines *Seeigels*. Die Schnitte gehen rechts durch einen Radius, links durch einen Interradius. *a* After, *i* Darm, *k* Leibeswand, *l* Blindschlauch des Darmes, *m* Mund, *ma* Madreporenplatte, *n* Radiärnerv, *o* in Fig. 293 Auge, in Fig. 294 empfindliche Hautstelle, *p* Ampulle, *r* Radiärkanal, *s* Steinkanal, *sk* Skelettstücke (aus BOAS).

Alle Stachelhäuter sind Meeresbewohner und nähren sich meist räuberisch.

1. Klasse. *Pelmatozoa* [*Crinoidea*], Haarsterne.

Mit einem apikalen Stiele festsitzende kelchförmige Echinodermen mit oberständigem Mund, langen, alternierend gefiederten Armen und regelmässig strahligem Skelett. — *Pentacrinus caput medusae* (L.), westindischer Haarstern.

2. Klasse. *Asteroidea*, Seesterne (Fig. 293).

Ungestielte und frei bewegliche, mehr oder weniger abgeflachte Tiere, deren Arme

nicht scharf abgesetzt sind (daher sternförmig bis 5eckig) und Fortsetzungen aller zentralen Organe (Cölom, Darm, Keimdrüsen u. s. w.) enthalten, unterseits vom Munde zur Spitze der Arme mit Ambulakralrinnen, die mit Reihen lokomotorischer Füsschen besetzt sind. — *Asterias rubens* L., gemeiner Seestern.

3. Klasse. *Ophiuroidea.* Schlangensterne.

Flache Echinodermen mit einfachen oder geteilten, stets schmalen und scharf abgesetzten Armen, die keine Fortsetzungen des Darms und der Gonade enthalten und deren Ambulakralrinne überwachsen ist; Füsschen nicht lokomotorisch; After fehlt; an den Basen der Arme liegen 10 Spalten, die in weite Säcke führen. — *Ophiothrix* *fragilis* (Abildg.), zerbrechlicher Schlangenstern.



Fig. 295.

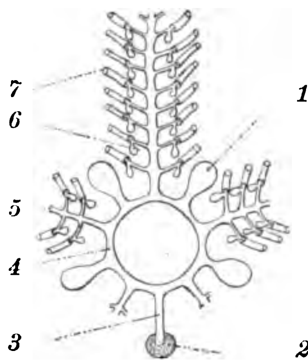


Fig. 296.

Fig. 295. *Phytonaster murrayi*, ein Seestern, von der Ventralseite gesehen; die Arme sind nur zum Teil dargestellt. Man sieht die Ambulakralfurchen und die aus ihnen hervorragenden Saugscheiben der Füsschen (aus ROSENTHAL).

Fig. 296. Ambulakralsystem eines Seesterns, schematisch. *1* POLIsche Bläschen. *2* Madreporenplatte. *3* Steinkanal. *4* Ringkanal. *5* Ambulakralkanal. *6* Ampullen der Füsschen, *7* Füsschen (nach BOAS aus ROSENTHAL).



Fig. 297. Pedicellarie eines Seeigels, geschlossen und geöffnet (aus BOAS).

4. Klasse. *Echinoidea*, Seeigel (Fig. 294).

Armlos, scheiben- bis kugelförmig mit kreis- oder herzförmigem Umriss, mit kleinem Apikalfeld, dafür langen Ambulakren und Interambulakren; der ganze Körper in eine von fest zusammengefügten Platten gebildete Kapsel eingeschlossen, die bewegliche Stacheln und kleine Greifzangen (Pedicellarien, Fig. 297) trägt; Füsschen lokomotorisch; Darm schlauchförmig, um den Schlund oft ein Kaugerüst (Fig. 51). — *Strongylocentrotus lividus* (Lm.), gemeiner Seeigel.

5. Klasse. *Holothurioidea,* Seewalzen (Fig 292, 4).

Walzenförmige, auf der Seite liegende Echinodermen mit lederartiger, von kleinen Kalkkörpern (Fig. 36) durchsetzter Körperbedeckung, endständiger Mund- und Afteröffnung, einem Kranze rückziehbarer Fühler um erstere, ohne äussere Madreporenplatte; vom Enddarme entspringen 2 baumförmig verästelte, der Atmung dienende Wasserlungen. — *Holothuria edulis* Less., Trepang-Holothurie.

8. Stamm. **Chordata.**

Den Körper durchziehen ursprünglich drei Hauptorgane: ein dorsales, vom Ektoderm ausgegangenes Nervenrohr, ein darunterliegendes entodermales Achsenskelett (Rückensaite, Chorda dorsalis) und ein entodermales ventrales Darmrohr, dessen Ein- und Ausmündung (Mund und After) vom Ektoderm her durchgebrochen sind; der Vorderdarm ist von Kiemenspalten durchbrochen, an deren Stelle bei Luftatmern zwei

ventrale Ausstülpungen, die Lungen, treten; die Metamerie ist fast nur innerlich verwirklicht.

Eine Weiterentwicklung des Chordatentypus ist nur bei den Vertebraten eingetreten, während die Tunikaten und Akranier sogar starke Rückbildungen desselben darstellen.

§ 94. 1. Unterstamm. **Tunicata.** Manteltiere.

Ungegliederte, schlauchförmige Chordaten, in einen weiten Zellulosemantel eingeschlossen; Chorda bei den erwachsenen Tieren rückgebildet; mit weitem, zugleich der Kiemenatmung dienendem Schlundraum, Herz und zwittriger Keimdrüse.

Zur Auffassung der fertigen Manteltiere als Chordaten kann nur durch Ableitung von der schwimmenden Larvenform gelangt werden, wie sie eine Ascidienlarve (Fig. 298 B) darbietet. Diese äusserlich ungefähr einer Kaulquappe ähnelnden, mit Ruderschwanz versehenen Tiere besitzen alle drei Hauptorgane der Chordaten — das Nervenrohr mit einer vorderen Anschwellung als Hirn, die Chorda und den Darm. Aus diesem Zustande geht die Larve indessen bald in einen festsitzenden über, indem sie sich mit zwei vorderen Haftpapillen anheftet und dann einer, zunächst rückschreitenden, Verwandlung unterliegt. Während der erst der Anheftungsstelle zugekehrte Mund auf die Dorsalseite rückt, schnürt sich der Hinterdarm von dem vorderen, weiteren

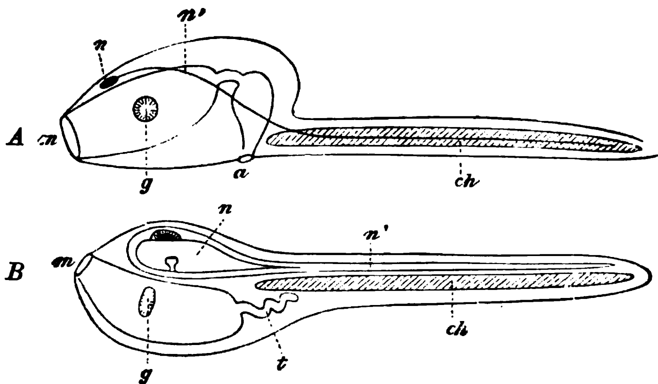


Fig. 298. *A* Schema einer Appendicularie, von der Seite. *B* Schema einer Ascidienlarve. *a* After, *ch* Chorda, *g* Kiemenhöhle, *m* Mund, *n* Gehirn, *n'* Nervenstrang, *t* Darm (aus BOAS).

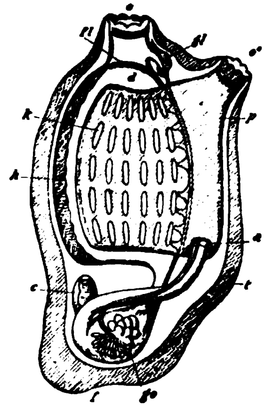


Fig. 299. Ascidie in Seitenansicht, schematisch. *a* After, *c* Herz, *d* Kiemendarm, *f* Fuss, *fl* Flimmerbogen, *gl* Ganglion, darunter die Flimmergrube, *go* Keimdrüse, *h* Hypobranchialrinne, *k* Kiemenspalten, *m* Magen, *o* Mundsipho, *o'* Kloakensipho, *p* Kloakenhöhle (Peribranchialsack), *t* Tunika (aus GOETTE).

Kiemendarme ab und zieht sich ebenso wie die Chorda in den Schwanz zurück, der dann vollständig verschwindet. Dasselbe geschieht mit der Muskulatur, dem Nervenrohr und Hirn und den letzterem anliegenden Sinnesorganen, dem Auge und statischen Organ, an deren Stelle ein einfaches Ganglion tritt. Somit bleibt nur ein tonnenförmiger Körper übrig (Fig. 299), der ein aus Zellulose bestehendes Gehäuse, den Mantel, um sich herum ausscheidet. Der übriggebliebene Kiemendarm wird zu einem weiten Sack, dessen Inneres durch zahlreiche, gitterartig gestellte Spalten in der Wand mit der Leibeshöhle in Verbindung steht; nach unten wächst ein engerer röhriger Verdauungsdarm hervor, der eine Schlinge bildend nach oben steigt und mit einem After ausmündet. Von dem den letzteren umgebenden Hautbezirke stülpen sich alsdann 2 flache Peribranchialsäcke ein, die allmählich nach unten rückend und sich seitlich

ausdehnend den Kiemendarm schliesslich ganz einhüllen, wobei sich die äussere Wand der Säcke der Körperhaut, die innere der Wandung des Kiemendarms anschmiegt. Letztere Doppelwand durchbrechen die Kiemenspalten, sodass durch den Mundsipho eintretendes Wasser zunächst in den Kiemendarm und dann durch die Kiemenspalten in die Peribranchialsäcke strömt. Die Mündungen der letzteren vereinigen sich zu einer Kloakenhöhle, an deren Boden der After rückt; sie öffnet sich mit einem Kloakensipho in der Nähe des Mundes nach aussen, sodass jener nicht nur das verbrauchte Atemwasser, sondern auch den Kot und die Erzeugnisse der zwittrigen Keimdrüse entlässt, die an der Darmschlinge sitzt und ihren Leitungsgang neben dem After in der Kloakenhöhle münden lässt. Von den mit dem Wasser zum Mundsipho eindringenden Fremdkörpern werden die gröberen durch einen Reusenbesatz unter jenem zurückgehalten, die feineren Nahrungsteilchen durch zwei Flimmerrinnen nach dem Verdauungsdarme geleitet. Die Leibeshöhle füllt zwischen den inneren Organen und der Haut ein lockeres Füllgewebe aus, in dessen teilweise bestimmt angeordneten Spalträumen das von einem röhrigen Herzen getriebene Blut kreist. Die zu verschiedenen Zeitpunkten reifenden Eier und Samenzellen vereinigen sich ausserhalb des Körpers mit denen andrer Individuen.

Die Tunikaten sind teils freilebende, teils festsitzende Meerestiere, die oft Stöcke bilden.

1. Klasse. **Ascidiae.** Seescheiden.

Gewöhnlich festsitzende einfache oder stockbildende Tunikaten von sackförmiger Gestalt, mit Kloakenhöhle, die sich meist in der Nähe des Mundes öffnet, und weitem Kiemendarm mit ausgedehnter Kiemenregion (Fig. 299).

2. Klasse. **Appendiculariae.**

Freischwimmende, auf der Larvenstufe (Fig. 298 A) bleibende Manteltiere ohne Kloakenhöhle, mit erhaltener, aber auf den Schwanzanhang beschränkter Chorda.

3. Klasse. **Thaliacea.** Salpen.

Freischwimmend und glashell, von walzen- bis tonnenförmiger Gestalt mit endständigen, einander gegenüberliegenden Siphonen, wenigen Kiemenspalten und knäuelförmig zusammengedrängten Eingeweiden, mit Generationswechsel von unizellular erzeugten Einzeltieren, und daraus entstehenden Knospenketten, deren Individuen sich wieder geschlechtlich fortpflanzen.

§ 95. 2. Unterstamm.

Acrania (Leptocardii). Schädellose oder Röhrenherzen.

Fischförmige metamerische Chordaten, ohne gesonderten Kopf, mit bleibender, den ganzen Körper durchziehender Chorda, ohne paarige Gliedmassen, mit Kiemenspalten, die in einen Peribranchialraum münden, ohne Herz, aber mit pulsierenden Gefässen.

Die nur durch wenige Arten vertretenen Akranien sind an beiden Enden zugespitzt und hinten von einer unpaaren lanzettförmigen Flosse umsäumt (Fig. 300); die winklig zur Längsachse geknickten Muskelsegmente sind äusserlich erkennbar. Das stabförmige Nervenrohr endet vorn noch vor der Chordaspitze ohne Anschwellung zu einem Gehirn; in der Nähe der Spitze befindet sich ein unpaares, sehr einfaches Auge. Den Beginn des Darmkanals macht eine runde, von einem Tentakelkranze umgebene Mundöffnung, worauf ein von zahlreichen Kiemenspalten durchbrochener Vorder- oder

Kiemendarm folgt; ihn umfasst zu beiden Seiten und ventral ein Peribranchialraum, der auf der Unterseite ein Stück vor dem After durch einen besonderen Porus mündet. Hinten verlängert sich der Kiemendarm in den Magen, der als einseitige Ausstülpung eine Leber besitzt, und zieht sich dann gradlinig bis zum After, der vor dem Schwanze u. zw. links neben der Mittellinie angebracht ist. An Stelle eines Herzens pulsieren die beiden grossen Gefässe, von denen eines unter dem Peribranchialsacke das venose Körperblut empfängt und in die Kiemen schickt, das andere als Aorta, unter der Chorda

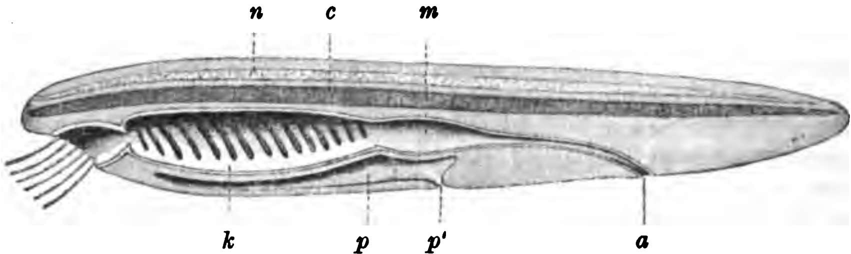


Fig. 300. Schematischer Längsschnitt durch *Branchiostoma* [*Amphioxus*]. *a* After, *c* Chorda, *k* Kiemensack, *m* Magen, *n* Zentralnervensystem, *p* Peribranchialraum, *p'* dessen Porus (aus BOAS).

gelegen, das aus den Kiemen kommende arterielle Blut sammelt; das Blut enthält nur weisse Zellen. Als Nieren dienen segmentale Harnkanälchen, die sich zwischen Leibeshöhle und Peribranchialraum erstrecken; ebenfalls metamer gereiht sind mehrere Paare von Hoden oder Eierstöcken, die an der Wand des Peribranchialraumes sitzen und ihre Keimzellen in diesen entleeren, sodass sie durch die Kiemenspalten in den Vorderdarm und durch den Mund nach aussen gelangen. Es besteht Geschlechtertrennung. Die Akranier ruhen im sandigen Meeresboden eingegraben und nähren sich wie die Tunikaten. — *Branchiostoma* [*Amphioxus*] *lanceolatum* (Pall.), Lanzettfischchen.

3. Unterstamm. **Vertebrata.** Wirbeltiere.

§ 95. Allgemeines. Chordaten mit innerer Metamerie, in Kopf, Rumpf, Schwanz und meist 2 Paar Gliedmassen gesondert, mit einem den Körper stützenden Achsenskelett und einem ventral vom Darme gelegenen Herzen.

Der Körper eines Wirbeltieres enthält vier Organsysteme stets in folgender Reihenfolge gelagert, die eine Umkehrung der Verhältnisse bei den Arthropoden bedeutet: dorsal das Zentralnervensystem, dann das Achsenskelett, den Darm und an der Ventralseite das Zentralorgan des Kreislaufs, das Herz. Abweichungen von der bilateralen Symmetrie treten nicht selten als postembryonale Erwerbungen auf: Augenstellung der Plattfische (Fig. 361), asymmetrische Schädelbildung bei den Zahnwalen (Fig. 301), Verkümmerung der linken Lunge bei Schlangen und fusslosen Echsen und des rechten Eierstockes bei den Vögeln (Fig. 390). Am Kopfe sind immer Gehirn, die vorhandenen Sinnesorgane und ein Mund zu finden; der Rumpf enthält die Leibeshöhle und die Organe der Verdauung, Ausscheidung und Fortpflanzung, auch führt er die paarigen Gliedmassen; der Schwanz — meist hinter dem After beginnend — enthält nur Achsenskelett und Muskeln. Bei den höheren Wirbeltieren (von den Reptilien an) stellt der Hals zwischen Kopf und Rumpf ein Zwischenglied her, aus dem sich die Leibeshöhle mit ihren eingeschlossenen Organen zurückgezogen hat.

Das Integument wird von der mehrschichtigen ektodermatischen Oberhaut (Epidermis) und der ihr dicht anliegenden bindegewebigen Unterhaut (Cutis) gebildet (Fig. 35); letztere ist der gefässreiche Rückhalt der Epidermis, in die sie mit

vielen gefässhaltigen Fortsätzen (Papillen) eindringt und die Baustoffe für deren mannigfaltige Erzeugnisse, wie Schuppen, Haare, Federn, Krallen liefert. In der Oberhaut münden vielfach Hautdrüsen, während die Lederhaut Sitz von Hautverknöcherungen ist, die zu ganzen Hautpanzern (Fische, Schildkröten, Gürteltier) zusammentreten können; auch die Hautmuskeln, welche die Haut und ihre Gebilde in Bewegung setzen, lagern in der Cutis.

Das **Bindegewebsskelett** geht zunächst als Achsenskelett von der Chorda dorsalis aus, die sich nur bei niederen Vertebraten (Cyclostomen, Stören, Lungenfischen) zeitlebens erhält. Sonst lagern sich um die entodermale Chorda frühzeitig bindegewebige Hüllen zu einer Chordascheide ab, die sich zur Skelettachse verdichtet; dieses skeletogene Gewebe wird zunächst knorplig und bleibt entweder in diesem Zustande oder wird später von Knochengewebe verdrängt. Von dem nunmehr die Chorda einhüllenden knorpligen Skelettrohr erstrecken sich nach oben eine Reihe kurzer Paare von Bögen, die sich distal zusammenneigen und das Rückenmark in sich schliessen (Fig. 302). An den Stellen des Skelettrohres, wo diese Bögen entspringen und sich gleichzeitig die Sehnen der metameren Muskelstränge anheften, ruft deren Zugkraft knorplige, gegebenenfalls später verknöchernde, Verdickungen hervor, die nach innen wachsend die Chorda an diesen **vertebralen** Stellen einschnüren, während die dazwischenliegenden **intervertebralen** Stücke des Rohres zunächst dünn bleiben (Fig. 303). Schliesslich nehmen die vertebralen Teile nach innen so an Masse zu, dass sie die Chorda bis auf einen dünnen Strang verdrängen und zu einzelnen runden **Wirbelkörpern** werden; aus den nicht verdickten Strecken werden Knorpelscheiben (Intervertebralligamente) als Verbindung zwischen jenen. Je nachdem die Wirbelkörper auf beiden Seiten, vorn oder hinten trichterförmig vertieft sind, heissen sie **amphi-**, **pro-**, **opisthozöl**; in diesen Vertiefungen pflegen sich Chordareste zu erhalten. Die Chorda selber, welche ihre Aufgabe als Stützorgan an die Reihe der Wirbelkörper abgetreten hat, pflegt bis auf geringe Reste in deren Achse oder auch, bei den höheren Vertebraten, ganz zu schwinden. Jeder Wirbelkörper gestaltet sich weiterhin zu einem **Wirbel** aus, indem sich ihm ausser den dorsalen **oberen Bögen** (Neurapophysen) noch ein Paar **untere Bögen** (Hämapophysen) zugesellen (Fig. 302), in denen grosse Längsadern untergebracht sind; ferner können die oberen Bögen einen unpaaren **Dornfortsatz** tragen, an jenen wie auch am Wirbelkörper sich seitliche **Querfortsätze**



Fig. 301. Schädel des Narwal (aus BLASIUS).

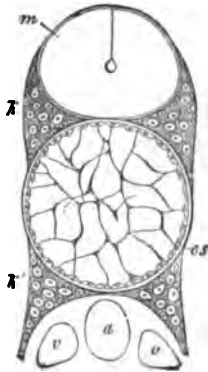


Fig. 302. Querschnitt durch die Wirbelsäule eines jungen Lachses. *cs* Chordascheide, *k* obere Bögen, *k'* untere Bögen, *m* Rückenmark, *a* Rückenaorta, *v* Venen (nach GEGENBAUR aus O. HERTWIG).

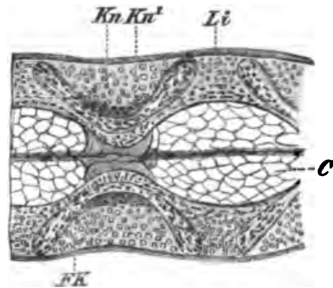


Fig. 303. Stück der Wirbelsäule eines jungen Haifisches. *C* Chorda, *Fk* vertebrale, in Verkalkung begriffene Knorpelzone, *Kn* deren äussere, *Kn'* deren innere Schicht, *Li* Intervertebralband (nach CARTIER aus WIEDERSHEIM).

und *Gelenkfortsätze* zur Gelenkverbindung mit dem Nachbarwirbel ausbilden (Fig. 304). Endlich gliedern sich den Wirbeln des Rumpfes noch *Rippen* (Fig. 305) an, paarige Spangen, welche die Körperwand stützen und den Brustkorb bilden; sie treten bei den höheren Formen zum Teil ventral mit dem *Brustbein* — einem unpaaren knorpligen, aber grossenteils verknöchernden Stabe — in Verbindung (Fig. 306). Die ganze Reihe von Wirbeln heisst *Wirbelsäule*; der Haupteinteilung des Kör-

Fig. 304. Sechster Brustwirbel des Menschen: *a* von oben, *b* von der Seite. *1* Wirbelkörper, *2* Querfortsätze, *3* Dornfortsatz, *4* Gelenkfortsätze zur Verbindung mit dem vorhergehenden Wirbel, *5*—*7* Gelenkflächen für den Ansatz der Rippen, *8* Rückenmarkskanal, *9* Ausschnitt, der mit dem folgenden Wirbel das Zwischenwirbelloch bildet (aus ROSENTHAL).

Fig. 305. Rippenring des Menschen. *Ca* Köpfchen, *Co* Hals, *Tb* Höckerchen der Rippe, *Cp* Rippenkörper, *Kn* Rippenknorpel, *Pt* Querfortsatz, *Ps* Dornfortsatz, *St* Brustbein, *WK* Wirbelkörper (aus WIEDERSHEIM).

pers und gruppenweisen Ausformungen der Wirbel folgend gliedert sie sich in 1) *Halswirbel*, höchstens mit verkümmerten Rippen; 2) *Brustwirbel* mit ausgebildeten Rippen, 3) rippenlose *Lendenwirbel*, 4) *Kreuzbein-* oder *Sakralwirbel*, die mit dem Beckengürtel in Verbindung stehen, und 5) *Schwanzwirbel*, welche stets der Rippen entbehren.

Wie die Wirbelsäule, so entwickelt sich auch das Kopfskelett, der *Schädel*, von der Chorda aus und durchläuft dabei eine häutige, knorplige (Primordialcranium) und knöcherne Stufe. Das häutige Stadium ist eine einfache mesodermale Kapsel, welche die Gehirnanlage umgibt, in enger Verbindung mit drei Paar Bläschen, in denen die höheren Sinnesorgane geborgen sind. Jene häutige Schädelkapsel wird zu einer *knorpligen*, indem sich von der Chordaspitze aus zwei Knorpelplatten und zwei Balken nach vorn schieben (Fig. 307 A), die allmählich die paarigen Seh-, Gehör- und Geruchsorgane umwachsen und hinten Anschluss an die Wirbelsäule nehmen; damit entsteht eine Ethmoidal-, Orbital-, Labyrinth- und Occipitalregion des Schädels (Fig. 307 B). Das so entstandene Primordialcranium (Fig. 309) bleibt bei den Cyclostomen und den Selachiern und Ganoiden unter den Fischen erhalten, während es bei den Knochenfischen und allen andern Wirbeltieren zum überwiegenden Teile durch das *knöcherne* Kopfskelett ersetzt wird. Die Verknöcherung erfolgt einerseits dadurch, dass das Knorpelgewebe neugebildetem Knochengewebe weicht, andrerseits bilden sich in der äusseren Haut einzelne Knochenplatten, die *Deck-* oder *Belegknochen*, die sich dem Knorpelschädel anlegen und die unter ihnen befindlichen Knorpelbezirke allmählich verdrängen. Auf diese Weise setzt sich der Schädel teils aus *primären Knochen*, verknöcherten Stücken der knorpligen Grundlage, teils aus *sekundären* zusammen, wobei die ersteren durch Knorpelsubstanz, letztere durch Bindegewebe verbunden sind. Zu den primären Schädelknochen gehören (Fig. 308, 339, 379, 405): 1) die *Hinterhauptsbeine* (Occipitalia), bestehend aus einem unpaaren oberen Supraoccipitale (auf späterer Stufe vielfach mit einem Deckknochen, dem Zwischenscheitel-

bein, zur Hinterhauptsschuppe verbunden), zwei paarigen seitlichen Exoccipitalia und einem unpaaren unteren Basioccipitale; 2) die Keilbeine (Sphenoidea) am Schädelgrunde; 3) drei Ohrknochen (Otica); 4) die Siebbeine (Ethmoidea). Deckknochen sind: 1) die das Schädeldach abgebenden paarigen Scheitelbeine (Parietalia), Stirnbeine (Frontalia) und Nasenbeine (Nasalia); 2) die Schläfenbeinknochen, bestehend aus je einem Schuppenbein (Squamosum), Augenringknochen (Orbita) und Tränenbein (Lacrimale); 3) die Parasphenoidbeine, nur in der Schädelbasis von Fischen und Amphibien.

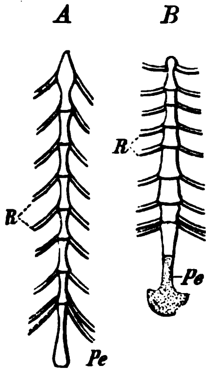


Fig. 306. *A* Brustbein vom Fuchs, *B* vom Walross, *Pe* Schwertfortsatz, *R* Rippen (aus WIEDERSHEIM).

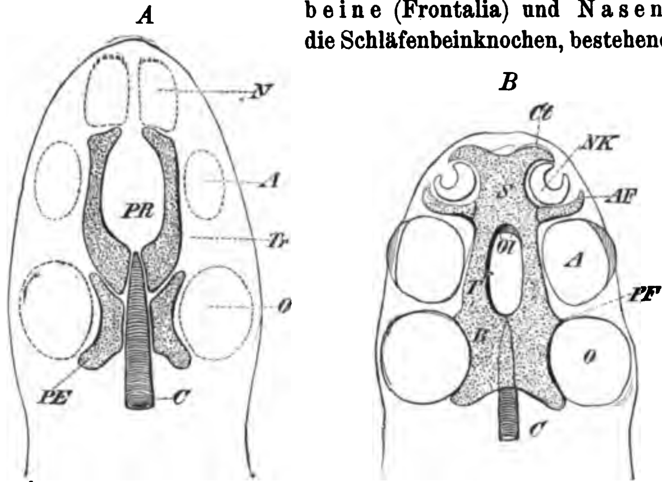


Fig. 307. Erste Anlage des knorpligen Primordialcraniums. *A* Erstes Stadium. *C* Chorda, *PE* Parachordalknorpel, *Tr* Trabeculae oder Schädelbalken, *Pr* Durchtrittsstelle für die Hypophyhis, *N*, *A*, *O* Nasengrube, Augen- und Ohrblase. *B* Zweites Stadium. *C* Basilarplatte, *T* Schädelbalken, die sich nach vorn zur Nasenscheidewand *S* und zur Ethmoidalplatte vereinigt haben. *Ct*, *AF* Fortsätze der Ethmoidalplatte zur Umschliessung des Geruchsorgans, *Ol* Löcher zum Durchtritt der Riechnerven. *PF* Postorbitalfortsatz, *Nk* Nasengrube (aus WIEDERSHEIM).

Die genannten Knochenstücke umschliessen als Hirnschädel das Gehirn und die ihm benachbarten Sinneswerkzeuge; obwohl sie sich bei allen Wirbeltierklassen wiederfinden lassen, ist die vergleichende Zurückführung vielfach dadurch erschwert, dass einerseits nachträgliche Teilungen einzelner Knochen, z. B. des Keilbeins, stattgefunden haben, andrerseits manche nicht überall zur Ausbildung kommen oder mit anderen zu grösseren Stücken verschmelzen. Ventral vom Hirnschädel ist der Gesichtsschädel deutlich gesondert, macht sich aber der Grösse nach erst bei den Säugetieren erheblich neben jenem geltend. Er geht aus dem Visceralskelett hervor, das von den Kiemenspalten des Vorderdarmes her entsteht und ebenfalls zunächst knorplig angelegt wird. Seine Bestandteile sind eine Reihe von Spangenpaaren, die Visceralbögen, die sich unten mit einem oder mehreren unpaaren Knochen (Copulae) — wie die Rippen mit dem Brustbein — berühren (Fig. 340). Der 1. Visceralbogen (Fig. 309) ist ursprünglich zweiteilig, u. zw. besteht er aus einem distalen Stücke, dem MECKELschen Knorpel, aus dem der Unterkiefer hervorgeht, und einem proximalen, dessen hinterer Teil als Quadratum die Verbindung zwischen Unterkiefer und Schädelkapsel herstellt, während der vordere als Palato-quadratum das Gaumendach formen hilft. Den Unterkiefer bilden drei gesonderte Verknöcherungen des MECKELschen Knorpels: ein vorderes längstes Stück, das Dentale, dann das Articulare, das sich mit dem Quadratum gelenkig berührt, und das Angulare, als hinterer Unterkieferwinkel (Fig. 379); auch der 2., Zungenbeinbogen genannte Visceralbogen ist mehrteilig, wie aus der Gliederung des von ihm und seiner

Copula gelieferten Zungenbeines (Fig. 310) hervorgeht. Die folgenden Bögen sind schwächer und heissen Kiemenbögen, deren bei Wasseratmern bis zu 5, bei Luftatmern höchstens 2 vorkommen. Als Oberkieferknochen (Maxillare) und Zwischenkieferknochen (Inter- oder Praemaxillare) werden selbständige Verknöcherungen im Bindegewebe, ohne knorplige Grundlage, bezeichnet.

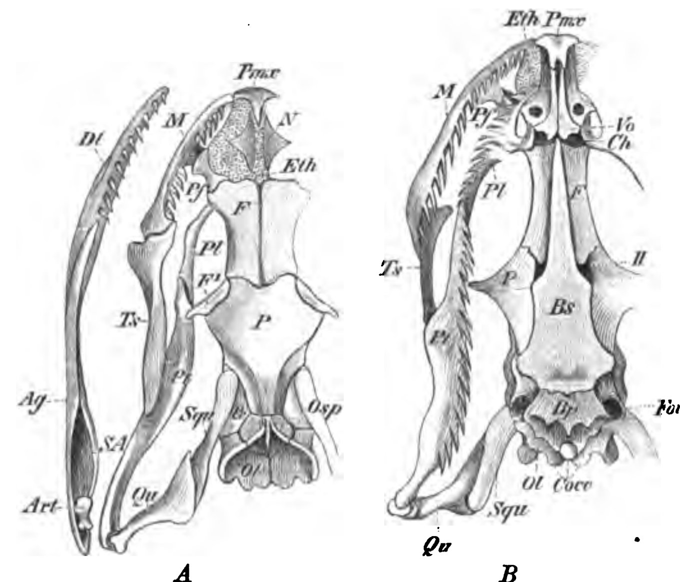


Fig. 308. Schädel der Ringelnatter. *A* von oben, *B* von unten. *Ag* Angulare, *Art* Articulare, *Bp* Basioccipitale, *Bs* Basisphenoid, *Ch* Choane, *Cocc* Condylus occipitalis, *Dt* Dentale, *Eth* Ethmoid, *F* Frontale, *F'* Postorbitale, *Fov* Fenestra ovalis, *II* Opticusloch, *M* Maxillare, *N* Nasale, *Ol* Exoccipitale, *Osp* Supraoccipitale. *P* Parietale, *Pe* Petrosum, *Pf* Praefrontale, *Pl* Palatinum, *Pmx* Praemaxillare, *Pt* Pterygoid, *Qu* Quadratum, *SA* Supraangulare, *Squ* Squamosum, *Ts* Os transversum, *Vo* Vomer (aus WIEDERSHEIM).

Die unpaaren Gliedmassen, wie sie in der Rücken-, Schwanz- und Afterflosse (Fig. 341) der Fische verkörpert sind, entstehen als übrig bleibende Strecken eines ursprünglich einheitlichen Flossensaumes, der median vom Rücken über das Schwanzende und ventral bis zum After verlief (Fig. 311); eine feste Stütze erhalten diese weichen Hautflossen durch Flossenträger, die sich über den Dornfortsätzen der Wirbel entwickeln (Fig. 338), und durch Flossenstrahlen, die in die Flossen selber eindringen (Fig. 342). Für die

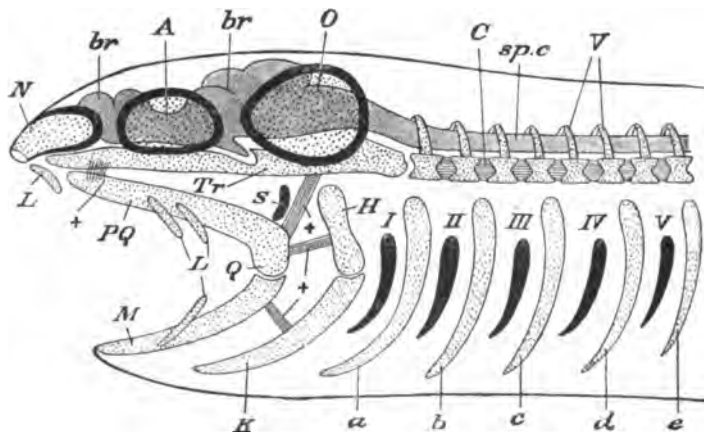


Fig. 309. Schematische Darstellung des Kopfskeletts eines Selachierembryos. *A* Auge, *a—e* Kiemenbögen, zwischen denen die Kiemenschlitze (*I—V*) liegen, *br* Gehirn, *C* Chorda, *H* Hyomandibulare, *K* Hyoidbogen, *L* Lippenknorpel, *M* MECKELscher Knorpel, *N* Nasen-, *O* Ohrkapsel, *Q* Quadratum, *PQ* Palato-quadratum, die bei ++ durch Bandmassen mit dem Hirnschädel verbunden sind, *S* Spritzloch, *spc* Rückenmark, *Tr* Schädelbalken, *V* Wirbelbögen (aus WIEDERSHEIM).

zwei Paar anderen Gliedmassen, z. B. die vorderen Brust- und die hinteren Bauchflossen, darf eine ähnliche Entstehung aus zwei seitlichen wagerechten Hautfalten,

der sog. Wolffschen Leiste, nicht angenommen werden, vielmehr sind jene samt den sie stützenden beiden Extremitätengürteln aus Kiemenbögen und den zugehörigen Kiemenstrahlen entstanden, die unter Vertauschung der respiratorischen mit der lokomotorischen Tätigkeit vom Kopfe in den Rumpf übertraten. Der vordere dieser beiden Bögen, der Schultergürtel, zerfällt bei vollständiger Ausbildung jederseits in einen über der Einlenkung der Vordergliedmasse gelegenen Abschnitt, das Schulterblatt (Scapula) und einen unteren, das Rabenschnabelbein (Coracoïd) und vor diesem häufig noch in das Schlüsselbein (Clavicula), letztere beiden gewöhnlich mit dem Brustbein verbunden (Fig. 312). Als Träger der Hintergliedmassen dient der Beckengürtel (Fig. 313), der — ausgenommen die Fische — jederseits oben mit den Kreuzbeinwirbeln eng verbunden ist; er besteht in jeder Hälfte aus dem Hüft- oder Darmbein (Os ileum), oberhalb der Einlenkungsstelle der Gliedmasse, und einem unteren Abschnitt, der meistens in Schambein (Os pubis) und Sitzbein (Os ischii) geteilt ist; letztere beiden pflegen mit den entsprechenden Teilen der andern Beckenhälfte median zusammenzustossen. Betreffs der zu diesen beiden Gürteln gehörenden Gliedmassen dürfte eine Fischflosse, wie sie bei den Lungenfischen vorkommt (Fig. 314 I), die Grundform angeben; in dem Grade, wie dieses auf Wasserverdrängung eingerichtete Werkzeug bei den höheren, zum Landleben übergehenden Wirbeltieren zur Stütze und Bewegung des Körpers auf festem Boden dienen musste, verlor die Extremität ihre platte Form bis auf den Endabschnitt (Hand, Fuss) und streckte sich in die Länge unter Verringerung der Skelettstrahlen nach dem Rumpfe zu (Fig. 314 II)[1]. So entsteht ein vorderer und hinterer, der Quere nach zweiteiliger Gliedmassenstab und an jedem ein 5strahliges Gliedmassenende. Man benennt diese Abschnitte an der Vorderextremität (Fig. 315) von oben an als Oberarmbein (Humerus), Speiche (Radius) und Elle (Ulna), die zusammen den Unterarm bilden; dann folgt als Grundabschnitt der Hand die Handwurzel (Carpus), aus einer Gruppe in Form und Zahl sehr veränderlicher Knochen bestehend, und weiter meist 5 oder weniger Reihen von gestrekten Knochen, von denen das Grundglied jeder

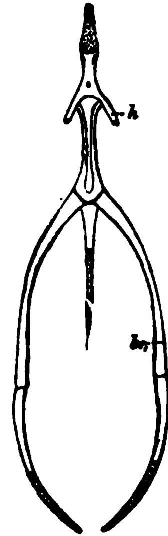


Fig. 310. Zungenbein des Huhns. *h* Zungenbeinbogen (vorderes Horn), *br*, erster Kiemenbogen (hint. Horn) (nach PARKER a. BOAS).

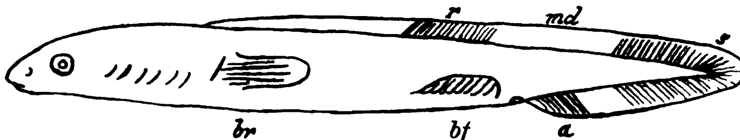


Fig. 311. Entstehung der getrennten unpaaren Flossen der Fische aus der einheitlichen Anlage *md*, *r* Rücken-, *s* Schwanz-, *a* After-, *bf* Bauch-, *br* Brustflosse (nach GOETTE).

Reihe als Mittelhandknochen (Metacarpale) bezeichnet wird; sie sind meistens gemeinsam von Haut eingeschlossen, während die anderen Glieder jeder Reihe, der Finger, als Fingerglieder (Phalanges) gewöhnlich frei sind. Ganz entsprechend heissen die Abschnitte der Hinterextremität (Fig. 403) Oberschenkelbein (Femur), Schienbein (Tibia) und Wadenbein (Fibula) für den Unterschenkel, Fusswurzel (Tarsus), Mittelfussknochen (Metatarsalia) und Zehen. Da jedoch gewöhnlich beide Gliedmassenpaare zum Laufen dienen, so werden künftig die

1) Jedoch ist auch die umgekehrte Annahme nicht von der Hand zu weisen, dass die Fischflosse aus dem Beine der Digitaten entstanden sei, indem die Fische vom ursprünglichen Landleben zum dauernden Aufenthalt im Wasser übergingen.

Bezeichnungen „Bein, Schenkel, Fuss, Zehen“ auch auf die vordern angewendet werden.

Alle Knochen sind mit der ernährenden, gefäss- und nervenreichen Knochenhaut (Periost) überzogen, die nur an den Gelenkflächen einer Knorpelkappe weicht. Auch bei vollständiger Verknöcherung des Bindegewebsskeletts, wie sie die erwachsenen amnioten Wirbeltiere zeigen, sind zwischen manchen Knochenstücken ohne Gelenkverbindung elastische Knorpelstücke eingeschaltet, z. B. zwischen den Wirbelflächen oder zwischen dem Brustbein und den Enden mancher Rippen (Fig. 406).

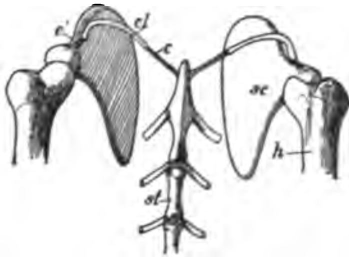


Fig. 312. Schultergürtel der Katze. c, c' die sehnigen Abschnitte, cl der knöcherne Abschnitt der Clavicula, h Humerus, sc Schulterblatt, st Brustbein (aus GOETTE).



Fig. 313. Die linke Hälfte des menschlichen Beckens: Ansicht von aussen und unten. 1 oberer, 2, 3 hinterer Rand des Darmbeins, 4, 5 das Sitzbein, 6 das Hüftloch zwischen Sitzbein und Schambein, 7, 8 das Schambein, 9, 10 vorderer Rand des Darmbeins (aus LEUNIS).

Die Muskeln für die Körperbewegung sind bei den Fischen, die ja der Urform der Wirbeltiere näherstehen, als 2 lange Muskelmassen (Seitenrumpfmuskeln) längs des Rumpfes und Schwanzes angelegt, die durch eine wagerechte Spalte in Höhe der Wirbelsäule in den Rücken- und Bauchmuskel zerfallen, in diesen aber durch metamere, bindegewebige Scheidewände in Segmente (Myomeren) geteilt sind (Fig. 316). Sobald mit der Ausbildung von paarigen, geknickten Gliedmassen die Ortsbewegung von diesen übernommen wird, geht die lokomotorische Muskulatur auf sie über, es zerteilen sich die Seitenrumpfmuskeln in eine grosse Anzahl einzelner Bündel und die am Rumpfe verbleibenden Myomeren werden zu platten Muskelzügen, den graden und schiefen Bauchmuskeln (Fig. 317). Die zwischen Rumpf und Gliedmassen oder zwischen deren Abschnitten ausgespannten Muskelbündel heften sich an die Knochen gewöhnlich mit Sehnen an, die an einzelnen, der Reibung besonders ausgesetzten Stellen verknöchern können (Sesambeine); um ein Abgleiten der oft langen Sehnen vom Knochen zu verhindern, laufen sie durch röhrige Sehnenscheiden.

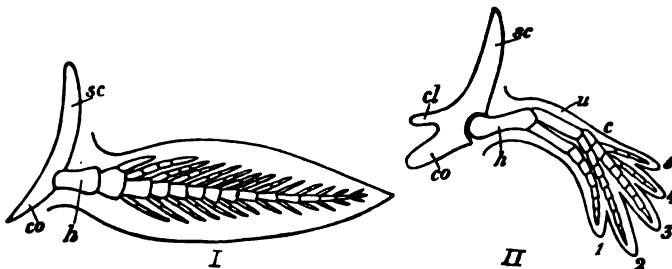


Fig. 314. I Brustflossenskelett eines Fisches; II schematisiertes Armskelett eines Digitaten. c Handwurzel, cl Schlüsselbein, co Coracoid, sc Schulterblatt, h Oberarmbein. u Unterarm, 1 Daumen, 2—5 übrige Finger (aus GOETTE).

In dem geräumigen Cölom sondern sich nachträglich noch der Herzbeutel (Perikard) und bei den Säugetieren noch durch Bildung einer queren muskulosen Scheidewand (Zwerchfell) unterhalb des Herzens und der Lungen noch eine obere Brust- und untere Bauchhöhle.

Der stets am Kopfe mit der Mundöffnung beginnende, an der Grenze von Rumpf und Schwanz mit dem After endigende Darm ist meistens viel länger als der Abstand zwischen jenen, daher in der cölomatischen Leibeshöhle zu einem Knäuel zusammengepackt und von einer grossen Falte des Bauchfells (Peritoneum) eingehüllt (Fig.

318); die beiden Blätter dieser Falte liegen, soweit sie nicht den Darm umfassen, dicht auf einander als Gekröse (Mesenterium) und sind unter der Bauchwand schürzenartig über die Eingeweidemasse geschlagen. Die Mundöffnung wird von den als Ober- und Unterkiefer bekannten Skelettbögen eingefasst; auf den Kiefern, sowie auf anderen die Mundhöhle begrenzenden Knochen sitzen die Zähne, die sich übrigens bei den Selachiern auch auf der äusseren Haut finden. Die Zähne bilden sich in folgender Weise (Fig. 319): Die Cutisschicht der Mundschleimhaut bildet eine kegelförmige Erhebung (Cutispapille), die in das Oberhautepithel eindringt und von diesem mit einer Kappe von steinhartem Schmelz (Email) überzogen wird; andrerseits erzeugt die oberste Zellschicht der Papille eine unter dem Schmelz liegende, von radiären Kanälen durchzogene, zellenlose Knochenschicht, das Zahnbein (Dentin). Beide sich innig aneinanderlegenden Schichten bilden schon den jungen Zahn, dessen weiteres Wachstum durch Vermehrung des Zahnbeins im Innern der Papille erfolgt, bis schliesslich die Papille bis auf einen dünnen, gefäss- und nervenführenden Strang (Pulpa) verdrängt ist; die Pulpa ernährt den Zahn auch weiterhin durch sehr feine Ausläufer, die sie in jene Radiärkanäle schickt. Diese Vorgänge laufen allerdings meistenteils nicht an der Oberfläche der Mundschleimhaut ab, sondern an den Orten der Zahnbildung senkt sich das Epithel ganz in die Tiefe, sodass es der Cutispapille entgegenkommend in ein Zahnsäckchen des Bindegewebes hineinwächst und nur durch einen dünnen Strang mit der Oberfläche in Verbindung bleibt (Fig. 319 C), ja sogar ganz abgeschnürt werden kann. An dieser eingesenkten Oberhautpartie (Schmelzorgan) verläuft die weitere Zahnbildung ganz wie vorhin geschildert. Der ausgebildete Zahn (Fig. 320) wird von den Geweben seiner Umgebung bis zum Durchbrechen der Haut hinaufgeschoben; auf dem Kiefer gewinnt er Halt, indem entweder eine bindegewebige bis knöcherne Platte die Verbindung herstellt (Zahnsockel, Fig. 350) oder indem die Zahnwurzel in eine tiefe Grube des zahntragenden Knochens (Alveole) eingesenkt ist. Während bei den Kaltblütern die Zähne entsprechend ihrer Abnutzung häufig erneuert werden, findet bei den Säugetieren nur einmaliger Ersatz statt.

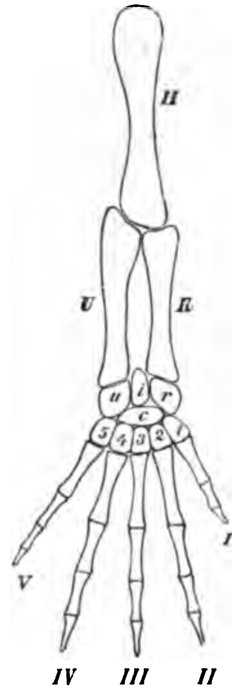
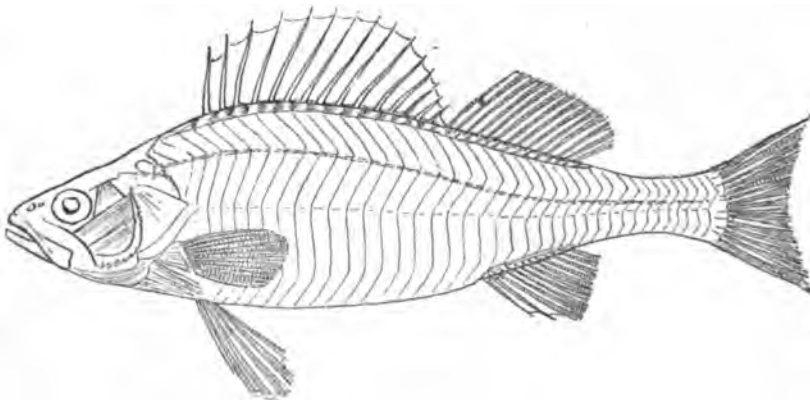


Fig. 315. Schema des Skelettes der Vordergliedmasse der Digitaten. *H* Oberarmknochen, *R* Speiche, *U* Elle, *u* Ulnare, *i* Intermedium, *r* Radiale, *c* Centrale, *1*—*5* erstes bis fünftes Carpale, *I*—*V* erster bis fünfter Finger (aus BOAS).


Fig. 316. Seitenrumpfmuskeln des Barsches und Seitenlinie (aus BENECKE).

In der Mundhöhle sitzt die vom Zungenbeinbogen proximal gestützte Zunge, die bei den Digitaten zum vielseitigen Hilfsorgan des Nahrungserwerbes und Sitz des Geschmackssinnes wird; ferner sind bei jenen zahlreiche Speicheldrüsen vorhanden; Drüsen ganz andrer, zum Teil noch unerklärter Verrichtung sind die Schild- und die Thymusdrüse. Aus der Mundhöhle führt die enge Speiseröhre in den erweiterten Teil des Mitteldarms (Fig. 410), den Magen, der gekammert sein kann; weiter folgt der Dünndarm mit ziemlich gleichem Querschnitt, dessen Grenze gegen den End- oder Mastdarm die Ansatzstelle des — bei den Vögeln paarigen — Blinddarms bezeichnet. Wenn das Darmende auch die Mündungen der Harn- und Ge-

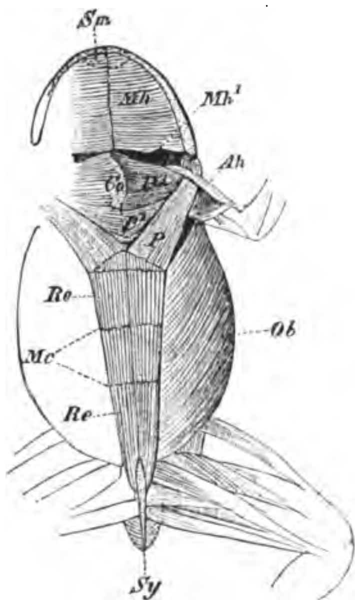


Fig. 317. Die Stammmuskulatur von *Bufo viridis*. *Re* grader Bauchmuskel, *Mc* dessen Myocommata, *Ob* äusserer schiefer Bauchmuskel (aus WIEDERSHEIM).

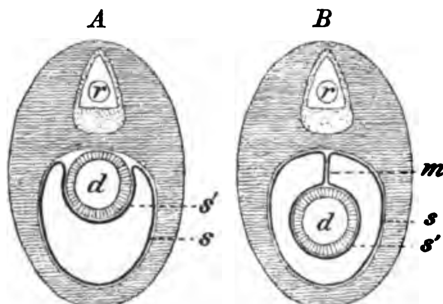


Fig. 318. Bildung des Gekröses, schematisch; der Rumpf quer durchschnitten, *A* früheres, *B* späteres Stadium. *d* Darm, *s* Bauchfell (dicke Linie), *s'* der den Darm überziehende Teil desselben, *m* Gekröse aus zwei Bauchfellplatten gebildet, *r* Rückenmark (aus BOAS).

schlechtsgänge aufnimmt, so heisst es Kloake. Von Anhangsdrüsen des Mitteldarms findet sich die umfangreiche Leber, deren Saft sich vielfach vor der Entleerung in den Darm in einer Gallenblase sammelt, und die Bauchspeicheldrüse (Pankreas).

Die Atmungsorgane sind stets am Vorderdarm entstanden u. zw. ursprünglich als Kiemen, die sich neben den Visceralspalten erstreckten — grossen

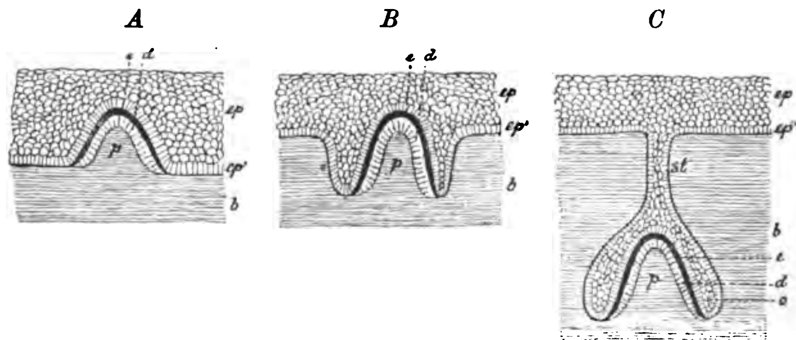


Fig. 319. Verschiedene Zahnanlagen; Schemata. *A* die einfachste Form ohne vorhergehende Einwachsung des Epithels in das Bindegewebe; *B* mit geringfügiger Einwachsung; *C* die hineingewachsene Epithelpartie oder das Schmelzorgan (*o*) steht nur durch einen dünnen Strang (*st*) mit dem übrigen Epithel in Zusammenhang. *ep* Epithel, *ep'* die tiefste Zellenschicht desselben, *b* Bindegewebe, *p* Papille (Zahnpulpa), *d* Dentin, *c* Schmelz (schwarz gehalten) (aus BOAS).

queren Durchbrüchen der Schlundwand, deren stehengebliebene Zwischenräume von den Kiemenbögen gestützt werden; an letzteren hängen die Kiemen als gefässreiche Blättchen. Kiemenspalten zeigen sich auch bei den Embryonen (Fig. 108) der landbewoh-

nenden Wirbeltierklassen, der Reptilien, Vögel und Säugetiere, obwohl diese die Kiemenatmung aufgegeben und Lungen erworben haben. Diese entstehen als eine unpaare ventrale Ausstülpung des Vorderdarms (Fig. 321), die sich bald in 2 Lungensäcke spaltet; hierauf treibt jeder Lungensack ein röhrenförmiges Ansatzstück (Bronchus) gegen den Darm hin aus, die sich alsdann zu der aus Knorpelringen gebildeten Luftröhre (Trachea) vereinigen, so dass diese der Leitungsweg für die Atmungsluft vom Darme zu den Lungensäcken ist. Bei den niedersten Amphibien noch einfache Hautblasen mit respiratorischem Gefässnetz in der platten Wandung wird ihre Innenfläche bei den Froschlurchen (Fig. 322) durch reiche Skulptur aus Balken und Netzmaschen vermehrt und die Wandung kompakter. Indem sich endlich der Innenraum jedes Lungensackes kammert und die Luftröhrenäste (Bronchi) sich dementsprechend verästeln, bilden sich die schwammig-kompakten Lungen der Vögel und Säugetiere (Fig. 323). Den Eingang der Luftröhre am Darme bildet die Stimmritze; der Anfangsteil der Luftröhre ist vielfach als Kehlkopf (Fig. 411) mit besonderen Knorpelringen ausgestattet und erweitert, sowie durch ausgespannte Häute (Stimmlippen) in seinem Innern ein Werkzeug zur Tonbildung.



Fig. 320. Längsschnitt durch einen Zahn, halbschematisch. *PH1* Eingang in die Pulpahöhle *PH*, *ZB* Zahnbein, *ZC* Zahnzement, *ZS* Zahnschmelz (aus WIEDERSHEIM).

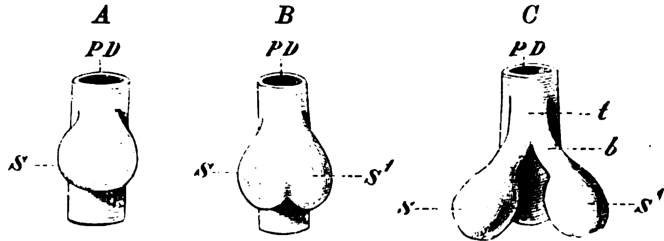


Fig. 321. *A*, *B*, *C* Schematische Darstellung der Lungenentwicklung. *b* Bronchus, *PD* primitives Darmrohr, *SS1* das anfangs unpaare, später aber paarig werdende Lungensäckchen, *t* Luftröhre (aus WIEDERSHEIM).

Für das Kreislaufsystem ist die Teilung des Herzens in 2 für den Atmungs- und Körperkreislauf bestimmte Hälften bezeichnend, eine Teilung, die bei den

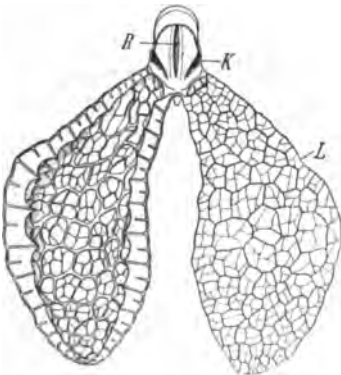


Fig. 322. Atmungsorgane des Wasserfrosches, von der Ventralseite; die rechte Lunge durchschnitten. *L* Lunge, *K* Kehlkopf, *R* Stimmritze (aus CLAUS-GROBBEN).

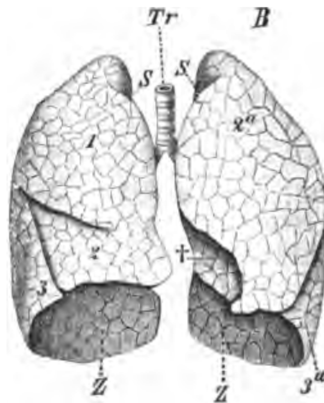


Fig. 323. Die Lungen des Menschen von der Ventralseite. *1—3* Lungenlappen, *S* Furchen für die Arteria subclavia, *Z* Zwerchfellfläche der Lunge, *Tr* Luftröhre (aus WIEDERSHEIM).

Amphibien unvollkommen beginnt und bei den Krokodilen unter den Reptilien so gut wie völlig vollzogen ist. Von den Kiemen her gehen bei den Embryonen aller Klassen

6 Paar zuführende Kiemengefässe (Aortenbögen) in die Aorta ein, wovon im reifen Zustande bei den Selachiern noch das 2.—6., also fünf, bei den Knochenfischen noch vier Paar erhalten bleiben, während der Schwund in der aufsteigenden Reihe derart weitergeht, dass bei den Warmblütern nur noch ein einziger Bogen zur Aorta wird. Am Venensystem ist der die Leber durchströmende Pfortaderkreislauf charakteristisch, dem sich bei den Anamniern das 2. Pfortadersystem der Nieren zugesellt. Neben dem Kreislauf ist das Lymphgefässsystem vorhanden, gebildet aus Resten der primären Leibeshöhle.

Als Harnorgane treten 3 Arten von Segmentalorganen auf. Sie sind als Abschnitte ein und derselben Anlage zu betrachten, die nacheinander von vorn nach hinten zur Ausbildung kommen und wieder verschwinden, sobald der nächsthintere Abschnitt reift; dieser Vorgang wiederholt sich noch in der Embryonalentwicklung der Amnioten. Da die Nierenorgane der Wirbeltiere in engster Beziehung zu den Leitungsgängen der Keimdrüsen stehen, werden Harn- und Geschlechtsorgane vielfach als Urogenitalsystem zusammengefasst. Den Ausgangspunkt für die Entstehung liefert die Vorniere (Fig. 324), paarige, mit Trichtern im Cölom beginnende Kanälchen, die jederseits in den Vornierengang münden; während erstere im Verlaufe des embryonalen Lebens stets schwinden, bleibt der Gang erhalten, indem er als Urnierengang die Ausleitung der hinter der einstmaligen Vorniere jederseits neu entstehenden Urniere (Fig. 325) wird und in die Kloake mündet. Diese Urniere dient bei den Fischen und Amphibien während der ganzen Lebenszeit, ihr Gang ist also deren Harnleiter; dagegen wird sie bei den Amnioten von der bleibenden oder Endniere abgelöst. Während die Urniere noch Wimpertrichter hat, geschieht die Aufnahme der Harnbestandteile bei der Endniere nur durch sog. MALPIGHIsche Körperchen (Fig. 326). Dies ist jedesmal ein kleines, von einer Arterie abgezweigtes Wundernetz (Glomerulus), das von dem blinden Ende eines Harnkanälchens (Bowmansche Kapsel) kelchartig umfasst wird und den Harn in letzteres diffundieren lässt. Neu entsteht auch der Harnleiter (Ureter) der Endniere; als Harnblase fungiert bei den Fischen eine Erweiterung des Harnleiterendes, bei Amphibien, Reptilien und Säugern eine Ausstülpung der Kloakenwand.

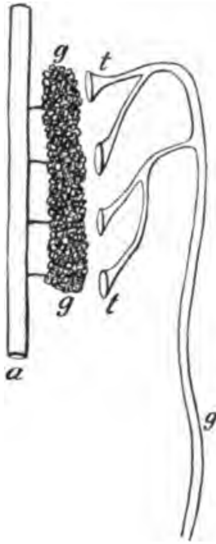


Fig. 324. Vorniere, schematisch. *a* Aorta, *g—g* (links) Gefässknäuel, *g* (unten rechts) Vornierengang, *t* Wimpertrichter (aus BOAS).

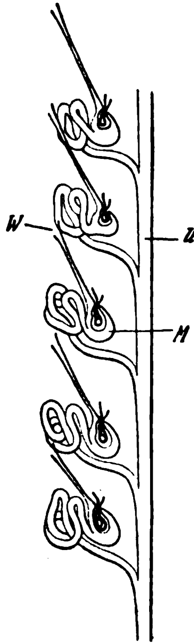


Fig. 325. Stück der rechten Urniere eines Haifischembryos. *W* Trichter, *M* MALPIGHIsches Körperch.d. Urnierenkanälchen, *U* Urnierengang (aus CLAUS-GROBBEN).

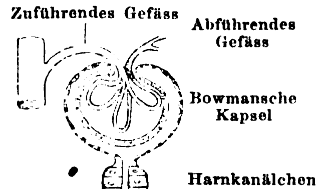


Fig. 326. MALPIGHIsches Körperchen, schematisch (aus STÖHR).

Das Zentralnervensystem legt sich beim Embryo als eine furchenähnliche Wucherung des Ektoderms (Medullarfurche) an, die sich später zum Nervenrohr schliesst und unter das Ektoderm sinkt (Fig. 327). Am Vorderende dieses Nerven-

rohres entstehen sehr früh hintereinander 3 Anschwellungen, das Vorder-, Mittel- und Hinterhirnbläschen (Fig. 328). Da sich aber das erste und letzte dieser Bläschen nachträglich halbieren, besteht das fertige Gehirn (Cerebrum) aus 5 Teilen, die von tiefen Einschnürungen getrennt sind: Vorder(Gross-)hirn, Zwischen-, Mittel-, Hinter- und Nachhirn (Fig. 329), an die sich der übrige Teil des Nervenrohres als Rückenmark anschliesst; der ursprüngliche Hohlraum des Nervenrohrs erhält

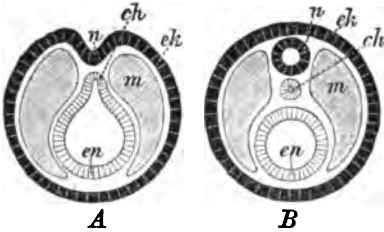


Fig. 327. Schematische Querschnitte zur Erläuterung der Bildung des Nervensystems und der Chorda bei den Wirbeltieren, *A* von einem jüngeren, *B* von einem älteren Embryo. *ch* Chorda, *ek*, *en*, *m* Ekto-, Ento-, Mesoderm, *n* Medullarfurche *(A)*, Nervenrohr *(B)* (aus BOAS).

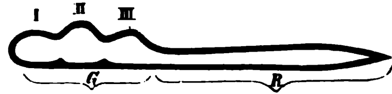


Fig. 328. Embryonalanlage des Zentralnervensystems, schematisch. *G* Gehirn mit seinen drei primitiven Bläschen (I—III), *R* Rückenmark (aus WIEDERSHEIM).

sich sowohl im Rückenmark (Zentralkanal) wie als Hirnhöhlen (Ventrikel) im Gehirn. Auf dem Querschnitte des Zentralnervensystems ist eine innere Schicht als sog. graue Substanz zu erkennen, die wesentlich aus Ganglienzellen besteht, und eine äussere weisse Substanz, aus Nervenfasern verwebt. Das Vorderhirn ist gewöhnlich durch eine Längsfurche in 2 Hälften (Grosshirnhemisphären) geteilt; vom Zwischenhirn erstreckt sich ein gestielter Anhang nach oben (Zirbel, Epiphysis), dem ein unpaares 3. Auge zugrunde liegt, während das Zwischenhirn unten zum Trichter (Infundibulum) mit dem unteren Hirnanhang (Hypophysis) vertieft ist. Das Hinter- oder Kleinhirn bedeckt vielfach grossenteils das Nachhirn, das ohne scharfe Grenze in das Rückenmark übergeht, daher auch verlängertes Mark (Medulla oblongata) heisst. Als Sitz der Geistestätigkeit kommt die Aussenschicht der Hemisphären in Betracht, daher diese an Masse und Flächenentwicklung durch gewundene Wülste in der Stufenleiter der Wirbeltiere ständig wachsen, bis sie beim Menschen die übrigen Gehirnabschnitte völlig überwuchert haben (Fig. 330).

Vom Gehirn entspringen 12 Paare von Gehirnnerven, die freilich nicht bei allen Klassen vollzählig sind; von ihnen sind die beiden ersten, der Riechnerv (N. olfactorius) und der Sehnerv (N. opticus) als Verlängerungen des Gehirns entstanden, die anderen gehen auf Spinalnerven zurück, wie deren eine grosse Anzahl metamerer Paare sich — allemal zwischen 2 Wirbeln nach aussen tretend — vom Rückenmark abzweigen (Fig. 331); ihre Ausläufer zu den Gliedmassen sind die peripherischen Nervengeflechte. Neben den genannten cerebrospinalen Nerven besteht ein wohlentwickeltes sympathisches Nervensystem.

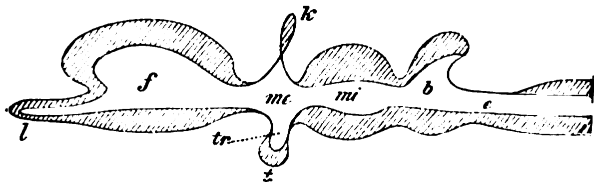
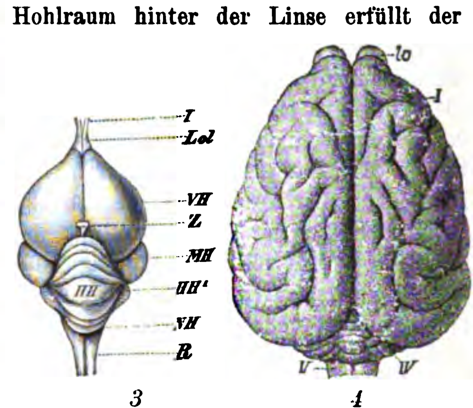


Fig. 329. Schematischer senkrechter Längsschnitt durch das Gehirn eines Wirbeltieres. *f* Vorder-, *me* Zwischen-, *mi* Mittel-, *b* Hinter-, *e* Nachhirn, *l* Riechkolben, *k* Zirbel, *tr* Trichter, *t* Hirnanhang (aus BOAS).

Als Tastorgane wirken die in der Haut, aber auch im Gekröse verbreiteten Tast- und Kolbenkörperchen. Das Geruchswerkzeug besteht bei den Fischen aus zwei mit Sinnesepithel ausgekleideten Gruben vorn auf dem Kopfe, bei den Digitaten ist es hingegen tief in den Kopf eingesenkt und bricht mit zwei Röhren, den Nasengängen (Choanen), in die Mundhöhle durch; es dient gleichzeitig der Atem-

luft zum Eintritt in den Vorderdarm. Geschmacksempfindungen finden in der Mundhöhle auf deren Schleimhaut und auf der Zunge statt, wofür die Geschmacksknospen (Fig. 79) aufnehmende Zellgruppen sind. Neben den überall verbreiteten statischen Organen in Gestalt der halbzirkelförmigen Kanäle besitzen die Digitaten ein besonderes Gehörwerkzeug (s. S. 57), dessen schallauffangende und -leitende Teile bei den Säugern die höchste Ausbildung erfahren; die Paukenhöhle steht mit der Mundhöhle durch einen häutigen Kanal (Eustachische Trompete) in Verbindung. Als eingestülpte Blasenaugen gebaut, entstehen die Augen als blasige seitliche Austreibungen des Vorderhirns, ihre Sehnerven entspringen aber an den Seiten des Zwischenhirns und kreuzen sich in dem Chiasma nervorum opticorum gleich über dem Ursprunge derart, dass der links entspringende Nerv zum rechten Auge verläuft und umgekehrt (Fig. 331, 413). Jedes Auge (Fig. 332) wird von einer festen, bindegewebigen Kapsel, der harten Augenhaut (Sclera), eingehüllt, die als Hornhaut (Cornea) vorn stärker gewölbt und durchsichtig ist. Dann folgt nach innen die gefäss- und pigmentreiche Aderhaut (Chorioidea), die sich hinter der Hornhaut als Regenbogenhaut (Iris) ausspannt und vom Sehloch (Pupille) durchbohrt ist; hinter der Iris bildet die Aderhaut einen von glatten Muskelfasern durchzogenen verdickten Ring, den für die Akkommodation wesentlichen Ciliarkörper. Zur inneren Auskleidung der Augenkapsel dient die Netzhaut (Retina), in der sich der hinten eintretende Sehnerv ausbreitet, und ihren Hohlraum hinter der Linse erfüllt der



1 2 3 4

Fig. 330. Gehirn der Forelle *(1)*, des Frosches *(2)*, der Taube *(3)* und des Pavians *(4)*. *I* Riechnerv, *Lol* Riechlappen des Vorderhirns, *f* Trennungsfurche gegen *VH*, *VH* Vorderhirn, *ZH* Zwischenhirn, *GP*, *Z* Epiphysis, *MH* Mittelhirn, *HH* Hinterhirn, *NH* Nachhirn, *I—XII* Wurzeln der Hirnnerven (aus R. Hertwig).

gallertige Glaskörper. Den Raum zwischen Iris und Hornhaut (vordere Augenkammer) erfüllt eine wässrige Feuchtigkeit (Humor aqueus), die auch den Glaskörper umspült; als hintere Augenkammer wird der Zwischenraum von Iris und Linse bezeichnet. An der Netzhaut (Fig. 333) lässt sich ein sehr verwickelter geweblicher Bau erkennen, indem sich die Sehnervenfasern zunächst zu einer Schicht von mehrpoligen Ganglienzellen verdicken, die sich zu einem Gewirr von Verästelungen auflösen; dann folgt eine Schicht bipolarer Ganglienzellen, ebenfalls in ein Geflecht von Ausläufern fortgesetzt, endlich die lichtaufnehmenden Sinnesepithelzellen, die mit Stäbchen und Zapfen enden. Die Eintrittsstelle des Sehnerven liegt neben der optischen Achse des Augapfels und nimmt keine Lichtreize auf („blinder Fleck"), während die Gegend der Netzhaut, wo jene auftrifft, für besonders scharfes Sehen eingerichtet ist („gelber Fleck").

Als Organe der — fast immer getrenntgeschlechtigen — Fortpflanzung die-

nen je ein Paar Hoden oder Eierstöcke, die nur bei den Cyclostomen und Knochenfischen durch eigene Gänge ausmünden, während sonst die Urnieren und ihre Gänge für die Leitung der Geschlechtsprodukte benutzt werden (Fig. 334). Es treten nämlich aus dem Hoden feine Samenkanälchen durch den vordersten — als Nebenhode (Epididymis) auch bei den Amnioten erhalten bleibenden — Teil der Urniere hindurch und münden in einen vom Urnierengang abgespaltenen Wolffschen Gang, sodass der Urnierengang bei den Anamniern dem Harn- und Samenleiter, bei den Amnioten nur dem Samenleiter Entstehung gibt. Dagegen hat der Eierstock nirgends Beziehungen zur Urniere, wohl aber sein Leitungsgang, da dieser ein anderer von der Urniere abgetrennter Kanal, der Müllersche Gang ist, der mit seinem trichterähnlichen Anfang („Muttertrompete") die vom Ovarium abgestossenen Eier auffängt und weiterleitet. Ueberbleibsel des Wolffschen Ganges finden sich am weiblichen, solche des Müllerschen Ganges am männlichen Geschlechtsapparate vor. Die Eibildung geschieht follikular in den sog. Graafschen Bläschen (Fig. 97) des Eierstocks, die beim Austreten des Eies platzen und als gelbliche Narben (Corpora lutea) sichtbar bleiben können. Vivipar sind nur die Säugetiere und einige Reptilien, Amphibien und Fische; bei letzteren beiden Klassen kommt echte Verwandlung vor.

In der Embryonalentwicklung treten gewisse, für Ernährung und Schutz der Frucht bestimmte Einrichtungen auf. Der oft sehr reichliche Nahrungsdotter ist im Mitteldarm untergebracht; er kann diesen und weiterhin die Bauchdecke so auftreiben, dass er sich von einer Stelle, dem Nabel, aus als Dottersack bis auf eine stielförmige Verbindung, den Nabelstrang, vom Darme abgliedert (Fig. 43, 335); durch Aufzehrung des Dotters kommt der Dottersack vor oder bald nach dem Ausschlüpfen zum Schwunde oder wird — bei den Säugetieren -- abgeschnürt. Ferner das Amnion (Schafblase); es entsteht als eine den Embryo kugelartig überwölbende, mit Flüssigkeit erfüllte Blase, indem vom Nabel aus sich zwei Hautfalten erheben, ein-

Fig. 331. Nervensystem des Frosches; Bezeichnungen nur teilweise erklärt. *F* Nervus facialis, *G* Ganglion Nervi vagi, *He* Grosshirnhemisphären, *I—X* 1.—10. Hirnnervenpaar, *I* Riechnerv, *II* Sehnerv, *M* Rückenmark, M_1—M_{10} Rückenmarksnerven, die bei *MS* und *SM* schlingenartige Verbindungen mit den Ganglien (S—S_{10}) des Sympathicus *S* eingehen, *N* Nasensack, *Ni* Hüftnerv, *O* Augapfel, *Va*—*Ve* die verschiedenen Aeste des Trigeminus, X_1—X_4 die verschiedenen Aeste des Nervus vagus (aus Ecker).

ander über dessen Vorder- und Hinterende hinweg entgegenwachsen und sich schliesslich in der Mitte über dem Embryo vereinigen; das innere Blatt dieser Falte ist das eigentliche Amnion, während das äussere sich ringsum so weit ausdehnt, dass es schliesslich den Dottersack mit umfasst und sich innen an die Eihaut anlegt — dann heisst es Serosa (Fig. 335). Ein drittes Embryonalorgan ist die Allantois (Harnsack). Ursprünglich nichts als die Harnblase des Embryos, also eine Darmausstülpung, ist sie schliesslich nur noch durch einen dünnen Stiel mit ihm in Verbindung und füllt den Raum zwischen Amnion und Serosa nebst etwaigem Dottersack völlig aus; indem sich ihre sehr

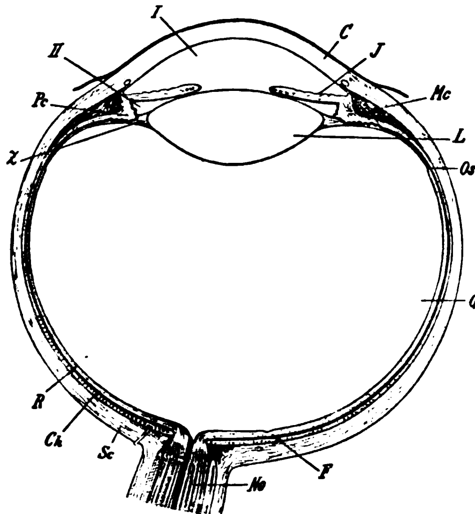


Fig. 332. Schematischer Durchschnitt des menschlichen Auges. *No* Sehnerv, *Sc* Sclera, *Ch* Chorioidea, *R* Retina, *F* gelber Fleck, *G* Glaskörper, *L* Linse, *Pc* Ciliarkörper, *Mc* Ciliarmuskel, *J* Iris, *C* Hornhaut, *I* vordere, *II* hintere Augenkammer (nach TOLDT aus CLAUS-GROBBEN).

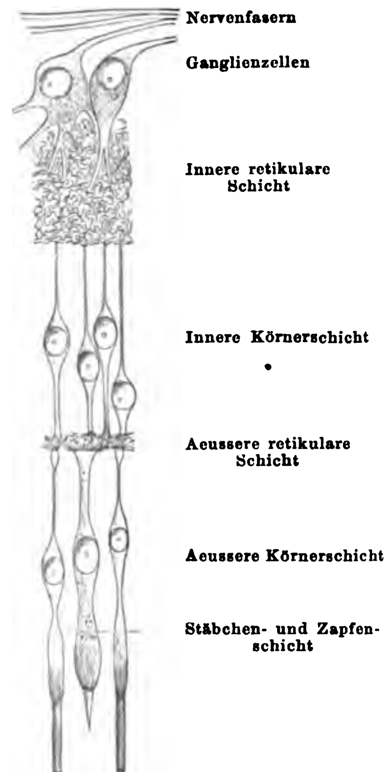


Fig. 333. Gliederung der Netzhaut, schematisch (nach M. SCHULTZE aus CLAUS-GROBBEN).

gefässreiche Wandung dicht an die Serosa legt, bewirkt sie den nötigen Gasaustausch zwischen der Aussenluft bezw. dem mütterlichen Körper und dem Embryo. Da das Vorkommen von Amnion und Allantois sich bei den Wirbeltierklassen verschieden verhält, dient es mit zur Bildung grösserer systematischer Abteilungen.

Die Eientwicklung führt zur Bildung eines rückenständigen, d. h. dem animalen Eipole nahen, Keimstreifens (Fig. 336). Nachdem sich die Keimscheibe gebildet hat, ist der eingestülpte Gastrulamund als sichelförmige Rinne (Fig. 103) zu sehen. Die Ränder dieser Rinne verwachsen miteinander, sodass der Urmund sich schliesst, und jene dehnen sich nach vorn, d. h. in der künftigen Längsrichtung des Embryos aus, wobei die aufgewulsteten Ränder dieser Primitivrinne den Keimstreifen bezeichnen (Fig. 336, 4). Die weitere Ausbildung des Embryos setzt dann mit der Bildung des Zentralnervensystems ein, die auf der Bildung einer neuen vor der Primitivrinne gelegenen Rinne, der Medullarfurche, beruht (Fig. 336, 5, 6); eine Erläuterung der weiteren Vorgänge gehört in die eigentliche Entwicklungsgeschichte. Die Entstehung des Cöloms geht ähnlich wie bei den Akranien (Fig. 106) in metamerer Gliederung vor sich, indem sich die Mesodermfalten vom entodermalen Urdarm als eine

Reihe von Kammern abschnüren. Diese Cölomsäcke werden Ursegmente (Fig. 106, 108) oder Somiten, fälschlich „Urwirbel" genannt; jeder von ihnen sondert sich in einen dorsalen Teil, der die Myomeren entstehen lässt, und einen ventralen, dem die Nephridien entstammen.

Wirbeltiere kommen im Meere, Süsswasser und auf dem Lande vor, sie haben unter den Landtieren wohl die weiteste Verbreitung nach den Polen zu und sind zum Teil auch als Flugtiere zu langandauerndem Aufenthalte in der Luft befähigt. Wenn als Vorfahren der Vertebraten fischähnliche Wassertiere vorauszusetzen sind, so wird die Ortsbewegung nach Art der Fische die ursprüngliche sein, also eine Fortbewegung des gestreckten Körpers allein durch seitliche Bewegungen des Rumpfes und Schwanzes, welch letztere fast die gesamte willkürliche Muskulatur an sich ziehen. Mit dem Uebergange zum Landleben übertrug sich die Bewegung auf die paarigen Gliedmassen, die sich zu Hebelsystemen entwickelten und von dem möglichst nach dem Schwerpunkte hin zusammengedrängten Rumpfe den grössten Teil seiner Muskelmasse übernahmen. Nur wenn nachträglich eine unmittelbar auf dem Erdboden geschehende oder unterirdische Lebensweise eingeschlagen wurde (Schlangen, Blindwühlen), konnte auf nachträglichen Verlust der Extremitäten hin die schlängelnde Körperbewegung durch den Rumpf aufgenommen werden. Zum Fliegen bereiten sich sowohl Wasser- wie Landtiere vor, indem von paarigen Gliedmassen oder seitlichen Hautfalten Fallschirme gebildet werden, die von Knochenstrahlen und Muskeln ausgespannt werden und das sich in die Höhe schnellende Tier eine Zeitlang tragen, oder ein von erhöhtem Punkte abspringendes schief nach abwärts gleiten lassen. Bei den sog. fliegenden Fischen, z. B. *Exocoetus* (Fig. 337 a), wird der Fallschirm von den sehr verlängerten Brustflossen gebildet, die sich ausserdem zu einem breiten Fächer entfalten lassen. Wenn Landtiere einen Fallschirm besitzen, so sind sie immer geschickte Kletterer, die jene Ausrüstung zu besonders weiten Sprüngen von Baum zu Baum befähigt. Solche Fälle kommen bei den Kriechtieren vor, wo der Flugdrache, *Draco*, eine von den verlängerten Rippen gestützte Flughaut besitzt; bei einer Geckoeidechse *(Ptychozoon)* ist es nur eine zwischen Vorder- und Hinterbeinen ausgespannte Hautfalte. Letzteren Bau haben auch die Fallschirme mancher Säugetiere aus verschiedenen Ordnungen, z. B. der Flugbeutler, Flugmaki und verschiedene Nagetiere wie das fliegende Eichhörnchen Nordeuropas (Fig. 338). Zum echten Fluge, welcher der Willkür des Tieres unterworfen ist und es in der Luft schwebend erhält, dient wesentlich die vordere Extremität, die ent-

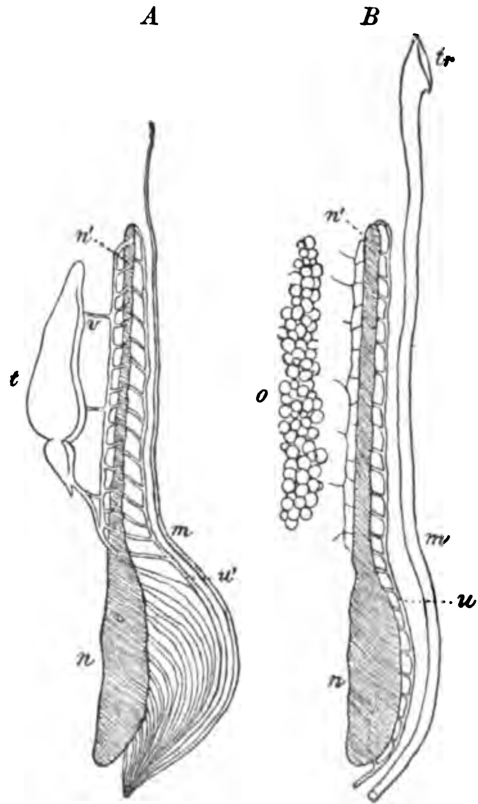


Fig. 334. Harn- und Geschlechtsorgane eines Schwanzlurchs, *A* eines ♂, *B* eines ♀, etwas schematisiert. *t* Hoden, *o* Eierstock, *n* Niere, *n'* vorderer schmälerer Teil der Niere, durch den beim Männchen der Samen passiert, *v* Verbindungskanälchen zwischen Hoden und Niere, *u* Harnleiter, *u'* WOLFFscher Gang (beim ♂), *m* MÜLLERscher Gang, *tr* dessen Trichter (aus BOAS).

weder durch Hautverlängerungen oder angesetzte Federn flächenhaft vergrössert ist. Ersterer Fall war bei dem *Pterodactylus* (Fig. 339), einer ausgestorbenen Reptilienform ausgebildet, indem sich zwischen Schwanz, Hinterbein und dem kolossal verlängerten 5. Finger der Vordergliedmasse eine Flughaut ausspannte, und auch die Fledermäuse sind derartige Flattertiere, jedoch verbindet jene alle Finger, mit Ausnahme des ersten, untereinander (Fig. 337 b). Die vollkommenste Flugleistung gestattet der Vogelkörper mit seinen weitgehenden Anpassungen der Körperform, des Integuments und Skelettbaues.

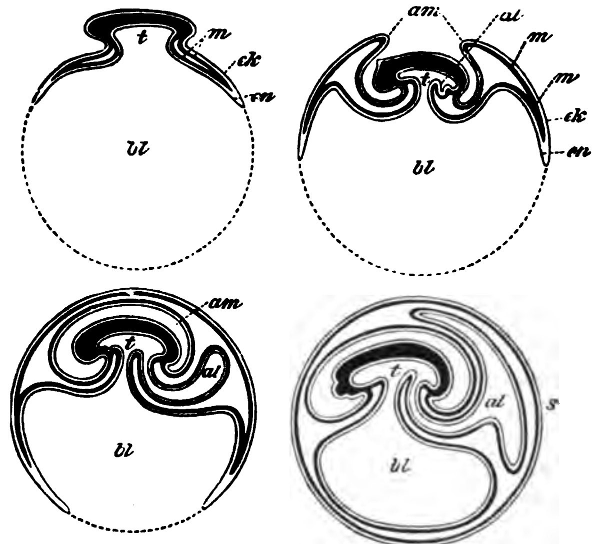


Fig. 335. Bildung der Embryonalhüllen bei einem Vogel; schematische Längsschnitte verschied. Stadien. Links oben hat die Entwicklung der Hüllen noch nicht angefangen. *ek* Ekto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm (dickere Linie), *am* Amnion, *am* in Fig. rechts oben die Falten, aus denen Amnion und Serosa entstehen, *s* Serosa, *al* Allantois, *bl* Nahrungsdotter, *t* Darm (aus BOAS).

Zur systematischen Einteilung der Wirbeltiere sei mit Bezug auf die bisher gebrauchten Bezeichnungen bemerkt, dass sich heutzutage nicht mehr die seit Batsch (1788) und Cuvier (1812) übliche Teilung der Metazoen in zwei einander gleichwertige Klassen der Wirbellosen und Wirbeltiere festhalten lässt, sondern dass die vergleichende Bewertung aller morphologischen und entwicklungsgeschicht-

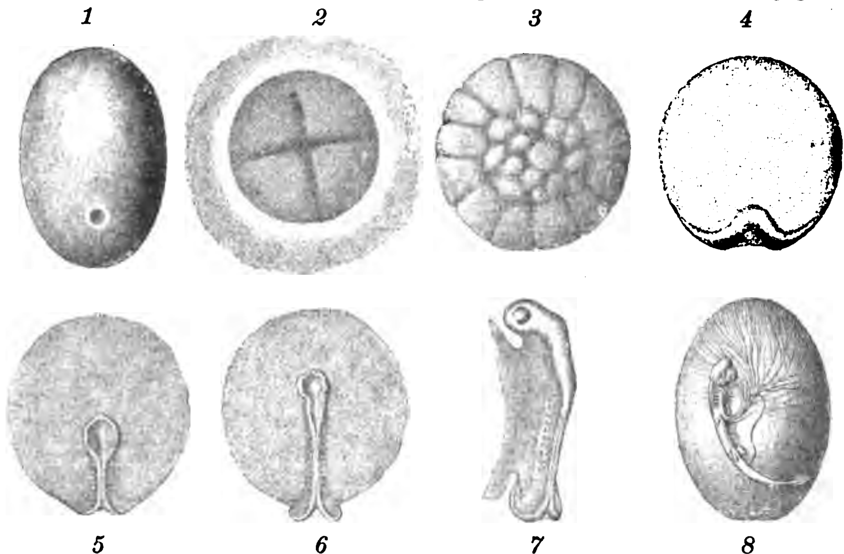
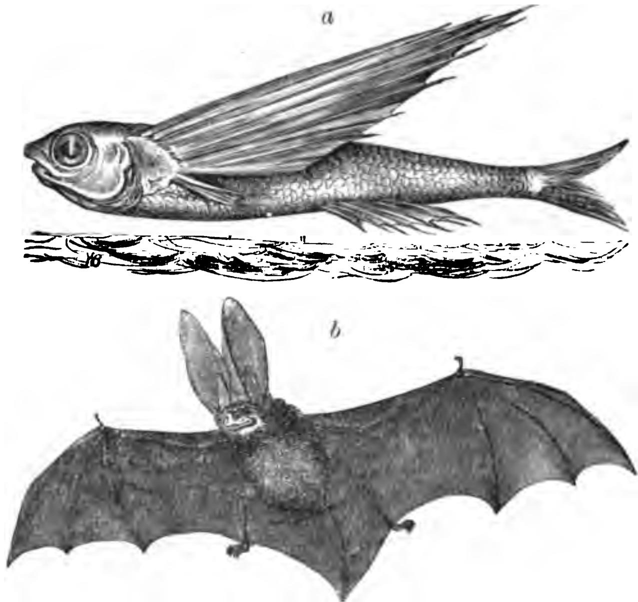


Fig. 336. Entwicklung des Haifischeies. *1* Dotter mit Keimscheibe, *2*, *3* verschiedene Furchungszustände, *4*—*6* Ausbildung der Primitivrinnen zum Keimstreifen, *7*—*8* Bildung des Embryos (aus BENECKE).

lichen Anhaltspunkte fordert, das Unterreich der Metazoen in mehrere grosse Stämme zu zerlegen. Zu dem am höchsten stehenden dieser Stämme, den *Chordata*, rechnen die *Vertebrata* jetzt nur als Unterstamm. Demnach ist es allein Nachsicht gegen den

überlieferten Gebrauch, wenn man auch in wissenschaftlichen Werken noch kurzweg von „wirbellosen Tieren" (Evertebrata) spricht und darin auch die *Tunicata* einschliesst, andrerseits zu den „Wirbeltieren" auch die Akranien rechnet. Zur Uebersicht über die Vertebraten reicht die Sonderung in die bekannten fünf Klassen nicht hin, da die Unterschiede zwischen ihnen verschieden gross sind. So stehen sich jedenfalls flossentragende Wirbeltiere einerseits als *Pinnata* und die mit gegliederten Extremitäten versehenen übrigen Wirbeltiere andrerseits als *Digitata* gegenüber; ferner trennt das Fehlen oder der Besitz eines Amnions die Fische und Amphibien als *Anamnia* von den anderen, den *Amniota*. Auch ist die Verwandtschaft zwischen Reptilien und Vögeln so eng, dass sie wohl als Sauropsiden zusammengenannt werden.



Fi . 337. a Fliegender Fisch (*Exocoetus*). b Fledermaus (aus SEMPER).

§ 96. 1. Klasse.
Cyclostomata.
Rundmäuler.

Ohne paarige Gliedmassen, mit bleibender Chorda und Knorpelskelett, kieferlosem, rundem Saugmund, unpaarer mittlerer Nasenöffnung und mit in Beuteln untergebrachten Kiemen.



Fig. 338. Flughörnchen (*Sciuropterus volucella*) (aus KOBELT).

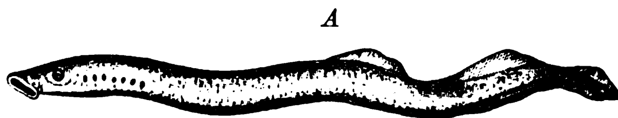
Bei wurmförmig zylindrischem Körper (Fig. 340) haben die Cyclostomen eine glatte schuppenlose Haut, nur unpaare Flossensäume und eine von derber Scheide umgebene Rückensaite. Dem Primordialschädel sitzt statt der fehlenden Kiefer ein Knor-

pelring als Mundrand an; das nicht immer vorhandene Visceralskelett ist ein korbartiges Knorpelgerüst (Fig. 340 B). Die trichterförmige Mundhöhle (Fig. 340 C) ist mit Hornzähnen ausgepflastert, der Darm gleichweit, von gradem Verlaufe und mit Spiralklappe versehen. Die Kiemen sind in 6—7 Paaren von Kiemenbeuteln als Längsfalten der letzteren festgewachsen; jeder Kiemenbeutel (Fig. 341) mündet mit einer kleinen Oeffnung in den Kiemendarm und mit einem Atemloche in die äussere Haut („Neunaugen"); jedoch vereinigen sich bei den — infolge parasitischer Lebensweise stark umgebildeten — Ingern *(Myxinidae)* die sämtlichen Kiemengänge jeder Seite zu einer Oeffnung am Bauche; eine Schwimmblase fehlt ebenso wie das Nierenpfortadersystem. Die Nieren sind noch segmentale Urnierengänge, die — bei den Myxiniden zwittrigen — Keimdrüsen unpaar; Harn- und Keimleiter münden hinter dem After mit einem Genitalporus. Stets sind zwei Augen vorhanden, jedoch öfters unter der Haut versteckt. Das Geruchsorgan ist ein unpaarer Sack, der mit einer medianen Oeffnung zwischen den Augen beginnt; bei den Ingern mündet es indessen durch einen hinteren Durchbruch in den Schlund, sodass das Atemwasser durch die Nase zu den Kiemen strömen kann, da die Mundöffnung der meistens angesaugten Tiere ihm keinen Eintritt gestattet. Die Rundmäuler durchlaufen eine langdauernde Verwandlung mit Larven („Querder"), die einen Tentakelkranz am Munde haben; sie sind teils Meeres- teils Flussfische, doch suchen auch erstere zum Laichen das Süsswasser auf. Gewöhnlich von kleinen weichen Wassertieren lebend, saugen sie sich auch an Fischen fest, um sie anzunagen; *Myxine* dringt sogar als einziger Schmarotzer unter den Wirbeltieren in die Leibeshöhle von Fischen ein. — *Petromyzon fluviatilis* L., Flussneunauge.



Fig. 339. Skelett des *Pterodactylus* (aus WOSSIDLO).

A



B



Fig. 340. *A* Flussneunauge *(Petromyzon fluviatilis)*. *B* Schädel. *1* Gehirnkapsel, *2* Gehörkapsel, *3* Nasengrube, *4*, *5*, *6* Stützknorpel der Lippe, *7* Zungenknorpel; rechts hinter dem Schädel das Kiemengerüst (aus LEUNIS).



Fig. 340 C. Mundscheibe von *Petromyzon marinus* von unten (aus BENECKE).

2. Klasse. **Pisces.** Fische.

§ 97. Allgemeines. W a s s e r l e b e n d e b e s c h u p p t e W i r b e l t i e r e m i t u n p a a r e n m e d i a n e n F l o s s e n s ä u m e n u n d z u F l o s s e n e n t w i c k e l t e n

paarigen Gliedmassen, mit Kiemenatmung und einfachem Herzen.

Der i. A. spindelförmige, seitlich zusammengedrückte Körper wird durch wagerechte Bewegungen des hinteren Rumpfteiles vorwärts bewegt, wobei die unpaaren Flossensäume als Oberflächenvergrösserung mithelfen, während die paarigen Flossen nur das Gleichgewicht erhalten. Die Bewegungsmuskulatur ist in dem grossen, segmentierten Seitenrumpfmuskel (Fig. 316) verdichtet, dessen Myomeren in seiner Rücken- wie

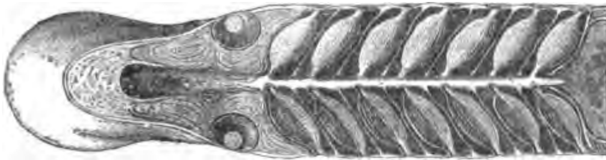


Fig. 341. Horizontalschnitt durch Kopf und Kiemenregion eines Cyclostomen; die Kiemen sind auf der rechten Seite (des Tieres) eröffnet (aus BENECKE).



Fig. 342. Querschnitt durch den Schwanz des Lachses (aus BENECKE).

Bauchhälfte sämtlich wie flache Trichter ohne Endröhre gebaut und wie eine Reihe von Tüten ineinandergesteckt sind, sodass jeder durch den Seitenrumpfmuskel geführte Querschnitt dorsal und ventral stets gleichzeitig mehrere Muskelsegmente trifft, deren von den sehnigen Scheidewänden gebildete Grenzlinien sich auf der Schnittfläche konzentrisch einschliessen (Fig. 342).

Das Skelett kann sich wesentlich auf die Chorda als Stützorgan beschränken (Störe, Lungenfische), oder es legt sich ausser ihr eine knorplige Wirbelsäule (Fig. 309) mit oberen und unteren Bögen an (Selachier), oder diese wird endlich von einem knöchernen Skelett verdrängt, zwischen dessen amphizölen Wirbeln sich Chordareste erhalten (Fig. 303). In der, nach hinten übrigens nur unvollkommen abgegrenzten Rumpfregion sind bei Selachiern und Knochenfischen Rippen vorhanden, bisweilen sogar als Doppelpaare (Lachse, Häringe); neben den echten Rippen bilden sich häufig

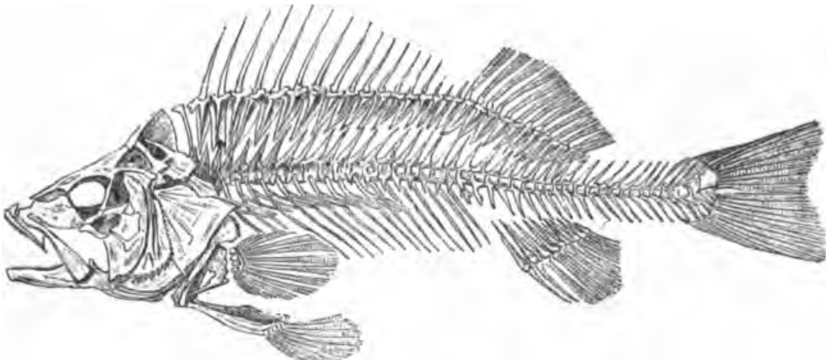


Fig. 343. Skelett des Barsches (aus BENECKE).

im Fleische als Verknöcherungen der Muskelscheiden y-förmige Gräten. Auch das Kopfskelett weist alle Uebergänge von dem knorpligen Primordialcranium der Selachier (Fig. 309) und dem von einzelnen Deckknochen verstärkten der Störe zu dem fast vollständig verknöcherten Schädel der Knochenfische (Fig. 344) auf, in den zahlreiche Hautknochen einbezogen sind. Alsdann ist an dem ursprünglichen Kiefergerüst insofern eine Veränderung eingetreten, als sich vom 2. (Zungenbein-)Bogen das dorsale Stück als Hyomandibulare abgelöst hat und die Befestigung der Kiefer am Oberschädel übernimmt; als Gelenkstück zwischen dem Hyomandibulare und dem Unterkiefer dient

das vom ersteren abgeschnürte Quadratum, während letzteres mit dem Vorderschädel (Gaumenbein) durch mehrere Flügelbeine in Verbindung tritt. Während das Oberkieferbein (Maxillare) gewöhnlich zahnlos ist, hat der nach hinten verlängerte und verschiebbare Zwischenkiefer (Intermaxillare) ebenso wie der Unterkiefer einen Zahnbesatz. An

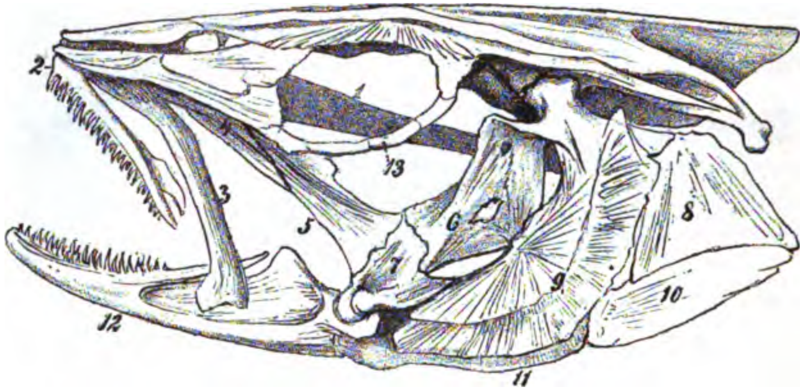


Fig. 344. Kopfskelett des Dorsches. *1* Pflugscharbein, *2* Zwischenkiefer, *3* Oberkiefer, *4* Gaumenbein, *5—6* Flügelbeine, *7* Quadratbein, *8—11* Platten des Kiemendeckels (*8* Haupt-, *9* Vor-, *10* Unter-, *11* Zwischendeckel), *12* Unterkiefer, *13* untere Augenhöhlenknochen; über *6* und *9* ist das Hyomandibulare sichtbar (aus BENECKE).

das Hyomandibulare setzt sich der Kiemendeckel, aus vier hintereinander gereihten Platten bestehend, an. Am Visceralskelett (Fig. 345) trägt der Zungenbeinbogen aussen eine Reihe von Knochenstäben als Stütze für die Kiemenhaut, während die übrigen vier die Kiemen tragen; ihre oberen Enden, die sich nach oben zur Schädelbasis krümmen, tragen die eigentümliche Kauplatte der Cypriniden.

Der unpaare Flossensaum ist meist auf eine After-, Schwanz- und Rückenflosse vermindert, kann aber auch vollständig erhalten sein (Lungenfische, Aal); bei den Barschen und Haien ist die Rückenflosse nochmals geteilt (Fig. 316, 346). Die stützenden Flossenstrahlen treten entweder als harte, einzelne Stachelstrahlen oder als weiche, der Länge nach mehrmals gespaltene Weichstrahlen auf (Fig. 347). Die Schwanzflosse (Fig. 348) ist bei den altertümlichen Fischen (Haien, Stören) heterozerk, wobei sich die Schwanzwirbelsäule in die obere, längere und schmälere Hälfte des Bewegungswerkzeuges zieht, während bei der homozerken Form der meisten Knochenfische zwar der obere und untere Lappen gleich ausgebildet sind, aber das Wirbelsäulenende als ein abgeknickter Knochenstrahl doch in das Oberteil rückt;

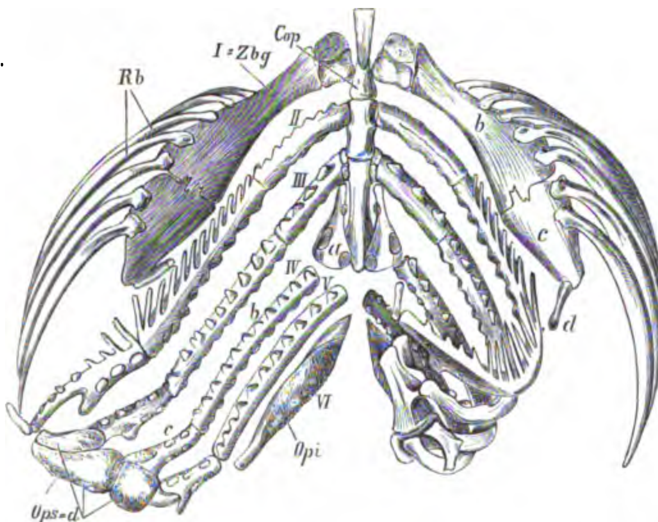


Fig. 345. Zungenbein und Kiemenbogen des Barsches. *I* = *Zbg* Zungenbeinbogen, *II—V* Kiemenbögen, *a—d* deren Glieder, die obersten Stücke (*Ops*) sind die oberen Schlundknochen, *VI* (*Opi*) untere Schlundknochen, *Cop* unpaare Verbindungsknochen der Visceralbögen, *Rb* Kiemenstrahlen (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

in der selten vorkommenden diphyzerken Schwanzflosse verläuft das Achsenskelett gradlinig nach hinten, und die Flosse ist dorsoventral symmetrisch gestaltet. Von den als Brust- und Bauchflossen unterschiedenen Gliedmassenpaaren (Fig. 346) sitzen die ersteren gewöhnlich dicht hinter den Kiemen, die zweiten, in der Mitte sich sehr

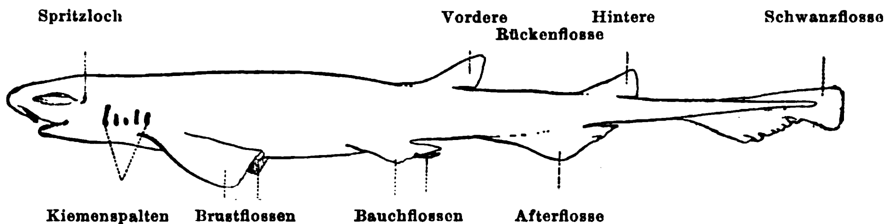


Fig. 346. Ein Haifisch, schematisch (aus KÜKENTHAL).

genäherten, in der Nähe des Afters (bauchständige B.); rücken sie nach vorn dicht hinter oder zwischen die Brustflossen, so heissen sie bruststandig, rücken sie vor diese, so sind sie kehlständig.

Die an Schleimdrüsenzellen reiche Haut ist mit Schuppen bedeckt, die in der Lederhaut befestigt und von der dünnen, lockeren Oberhaut überzogen sind (Fig. 349). Als Plakoidschuppen (Fig. 350) werden Hautzähne bezeichnet, die auf einer kleinen Platte aufsitzen und an der Spitze eine Schmelzbedeckung tragen; Ganoidschuppen sind grosse, rhombische, an den Rändern etwas übereinandergreifende Platten, deren Ueberzug sehr hart und glänzend ist. Die weicheren, lockersitzenden und sich dachziegelartig deckenden Schuppen der Teleostier heissen Rund- oder Zykloidschuppen, wenn ihr freier Rand glatt, Kamm- oder Ktenoidschuppen, wenn er gezähnelt ist (Fig. 351).

Von den Verdauungswerkzeugen ist die Mundöffnung meist an der Spitze des Kopfes; sie kann zuweilen (Weissfische) rüsselartig vorgestreckt werden (Fig. 352). Die Zähne sind als spitze, kegelförmige Fang- und breite Mahlzähne ausgebildet; der Rachen wird seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen, Speicheldrüsen fehlen. Am Beginne des Mitteldarms sind öfters blinddarmartige Anhänge (Appendices pyloricae, Fig. 353); der grossen, mit Gallenblase versehenen Leber ist das Pankreas nicht selten (Karpfen) eingebettet. Als meistens dorsale, daher den Lungen nicht homologe, Ausstülpung des

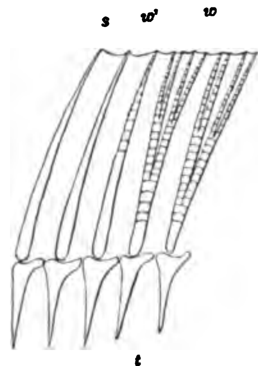


Fig. 347. Stück einer Flosse mit Stachelstrahlen (*s*) und Weichstrahlen (*w*, *w*), *t* Flossenträger (aus BOAS).

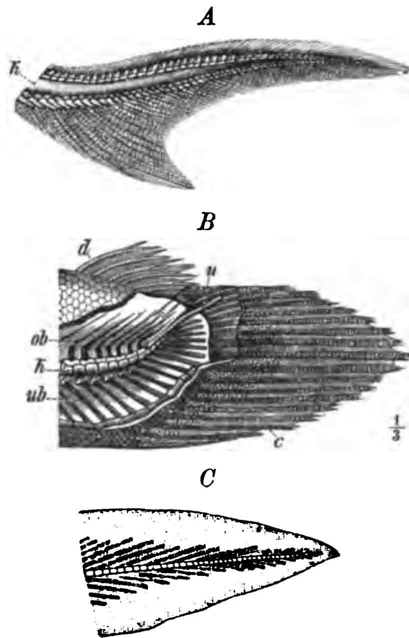


Fig. 348. *A* Heterozerke Schwanzflosse von *Acipenser*, *k* ungegliederte Chordascheide; *B* homozerke Schwanzflosse von *Amia calva*; *C* diphyzerke Schwanzflosse von *Protopterus*. *d* gegliederte Flossenstrahlen der Rückenflosse. *k* Wirbelkörper, *ob* obere, *ub* untere Dornfortsätze, *u* abgeknicktes stabförmiges Ende der Wirbelsäule (aus STEINMANN und DÖDERLEIN).

Darmes ist bei zahlreichen Fischen die Schwimmblase vorhanden, ein unpaares, einfaches oder zweikammriges, mit einem sauerstoffreichen Gasgemenge angefülltes Organ, das vielfach durch den Luftgang (Ductus pneumaticus) mit dem Darmraum in Verbindung steht (Fig. 354), oft aber auch ganz losgelöst ist. Sie dient einmal als hydrostatisches Organ zum Bleiben in einer bestimmten Wasserschicht, indem durch Muskeldruck ihr Volumen passend eingestellt wird, dann zum Erhalten der Gleichgewichtslage ohne Mitwirkung der paarigen Flossen, endlich als Rückhalt für das Sauerstoffbedürfnis bei ungünstigen Atmungsverhältnissen. Für die Atmung sind stets Kiemen vorhanden, u. zw. fast immer äussere; doch ist bei den Lungenfischen daneben auch Lungenatmung mittelst der hierfür eingerichteten Schwimmblase möglich. An die Kammer des einfachen Herzens schliesst sich bei Selachiern, Stören und Dipnoern der Herzkegel (Conus arteriosus) an, ein besonderer Abschnitt mit mehreren Reihen von Taschenklappen in der Wandung (Fig. 355); an dessen Stelle beginnt bei den Teleostiern die Aorta mit einer zwiebelförmigen Erweiterung, dem Bulbus arteriosus. Von der unpaaren Kiemenarterie zweigen sich für jedes Paar Kiemen paarige Gefässbögen ab, und ebensoviele Paar Bögen treten wieder aus den Kiemenkapillaren zusammen, um sich zur absteigenden Aorta zu vereinigen. Da das in den Kiemen arteriell gewordene Blut im Körper seinen Sauerstoff abgibt, ehe es wieder in das Herz eintritt, so wird dieses nur von venosem Blute durchströmt — der Kreislauf ist einfach. Am Gehirn (Fig. 330, *1*) treten die Grosshirnhemisphären, der Sitz geistigen Lebens, noch nicht in den Vordergrund; die Riechlappen, aus denen die Riechnerven hervorgehen, nehmen eine sehr selbständige Stellung ein und erlangen bei den Haien mit ihrem sehr hohen Geruchsvermögen kolossale Grösse. Die Nasenhöhlen sind paarig, am Grunde geschlossen — ausgenommen die Lungenfische — und haben entsprechend der gesteigerten Sinneswahrnehmung eine starke Oberflächenvermehrung durch Faltenbildung der Riechschleimhaut (Fig. 356). Eigentümliche Häufung der Tastorgane findet sich in den sog. Seitenlinien (Fig. 316). Neben dem statischen ist noch kein Gehörorgan vorhanden — die Fische sind taub. Im Auge, das 3 Lider



Fig. 349. Längsschnitt durch die Fischhaut. *a* Oberhaut, *b* Schuppen, *c* Lederhaut (aus BENECKE).



Fig. 350. Plakoidschuppen aus der Haut eines Selachiers, halbschematisch. *S* Sockelplatten, die durch Bindegewebe *Bg* verbunden sind, *Z* Zähne (aus WIEDERSHEIM).



Fig. 351. *a* Ktenoid- oder Kammschuppe, *b* Zycloid- oder Rundschuppe (aus LEUNIS).

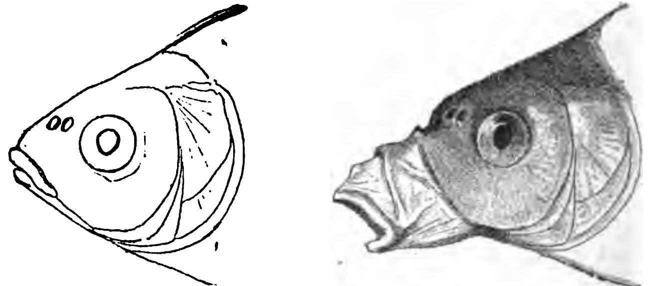


Fig. 352. Kopf des Brassen mit geschlossenem und geöffnet weit vorgestrecktem Munde (aus BENECKE).

haben kann, wird die Akkommodation nicht durch den Ciliarkörper, sondern durch eine muskulose Falte der Aderhaut bewirkt, deren an der Linse befestigtes Ende diese zurückziehen kann. Als Urnieren gebaute Harnorgane erstrecken sich unter dem



Fig. 353. Darmkanal der Forelle. *a* Speiseröhre, *b* Magen, *c* Dünndarm, *d* Blindarmanhänge (aus LEUNIS).

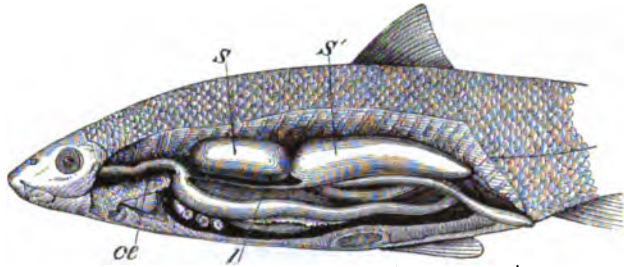


Fig. 354. Längsschnitt durch einen Weissfisch. *S* vordere, *S'* hintere Abteilung der Schwimmblase, *oe* Speiseröhre, *i* Luftgang der Schwimmblase (aus SEMPER).

Rückgrat durch die ganze Leibeshöhle; ihre sich bald vereinigenden Gänge schwellen vor dem Austritte zu einer Art Harnblase an. Aus den unterhalb der Nieren gelegenen Ovarien gelangen die Eier im einen Falle durch Risse in deren Wandung in die Leibeshöhle und durch einen Genitalporus nach aussen (Lachse, Aale); bei den anderen Knochenfischen sind die Eierstöcke geschlossen und haben Ausführungsgänge; ganz entsprechend dem letzteren Falle sind die Hoden eingerichtet. Für die niederen Fische besteht die früher gekennzeichnete Wechselbeziehung zwischen Urniere und Geschlechtswegen. Die Fortpflanzung ist vielfach mit Nebenerscheinungen (Hochzeitskleid und Hautwucherungen der ♂) verbunden; zum Aufsuchen der Laichplätze werden oft weite Wanderungen unternommen. Vorhandene Brutpflege übernehmen bisweilen die ♂ (Stichling, Seepferdchen). Meistens werden Eier abgelegt; viele Haie und die Aalmutter *(Zoarces)* sind vivipar. Die hartschaligen, mit Mikropyle versehenen Eier sind reich an Deuteroplasma, das die ausgeschlüpften Jungen oft noch in einem Dottersacke mit sich führen (Fig. 357). Bisweilen durchläuft die Entwicklung Larvenstufen (Aale).

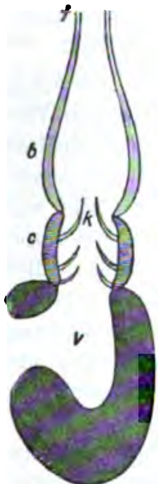


Fig. 355. Schematisch. Längsschnitt durch die Herzkammer *(v)*, den Herzkegel *(c)* und den Aortenbulbus *(t)* von *Amia*. *k* Klappen (aus BOAS).

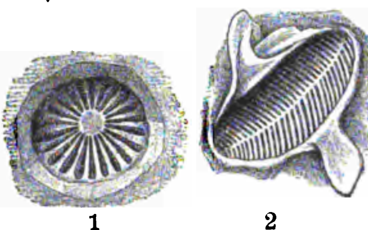


Fig. 356. Geöffnete Nasengrube vom Stör (1) und Rochen (2) (aus BENECKE).



Fig. 357. Eben ausgeschlüpfte junge Bachforelle mit anhängendem bauchständigen Dottersack (aus NITSCHE).

Die meisten Fische sind Meerestiere, doch kommen nicht wenige in See- und Süsswasser, zum wenigsten periodisch, vor. Einige Arten mit enger, das Austrocknen der Kiemen verhütender Kiemenspalte gehen zeitweilig am Meeresufer auf dem Festen ihrer Nahrung nach.

§ 98. 1. Unterkl. **Selachii [Plagiostomi, Elasmobranchii].** Quermäuler.

Knorpelfische mit Plakoidschuppen, bauchständigem Mund

unter vorstehender Schnauze, 5 Paaren von Kiementaschen und Herzkegel.

Die Selachier, zu denen die Haie und Rochen gehören, haben breite Brustflossen und heterozerke Schwanzflosse (Fig. 348); die Bauchflossen haben den After zwischen sich und das Ende zu einem mit Samenrinne versehenen Begattungsorgane umgebildet. In die Haut sind zahlreiche kleine Plakoidschuppen (Fig. 350) eingefügt, infolgedessen sie sich rauh anfühlt. Der Schädel ist ein ungeteiltes Primordialcranium, die Wirbelsäule, wiewohl knorplig, schon in amphizöle Wirbel geteilt. Auf den Kiefern stehen bei den Haien mehrere Reihen grosser dolchförmiger Zähne mit gesägter Hinterschneide,

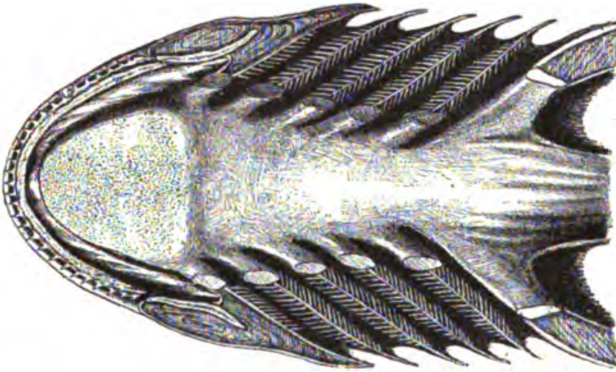


Fig. 358. Horizontalschnitt durch Mund und Kiemenhöhle eines Haifisches (aus BENECKE).

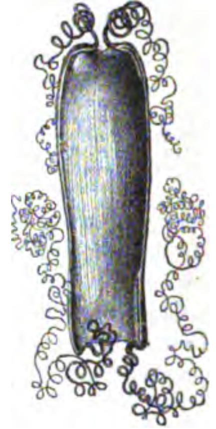


Fig. 359. Hartschaliges Ei eines Haies (aus BENECKE).

bei den Rochen Mahlzähne. Im Dünndarm ist eine lange Spiralklappe vorhanden, während die Schwimmblase fehlt. Die Kiemen sind an den Seitenwänden von fünf Paar Kiementaschen angewachsen, die sich nach aussen durch ebensoviele Spalten der Körperhaut öffnen, bei Haien seitlich (Fig. 346), bei Rochen ventral gelegen; vor jenen wirklichen Kiementaschen liegt noch ein Paar verkümmerte, die sog. Spritzlöcher, welche eine rudimentare Scheinkieme enthalten. Im Conus arteriosus sind mehrere Reihen Taschenklappen vorhanden. Im Gegensatze zu der altertümlich niedrigen Organisation ist das Gehirn verhältnismässig hoch ausgebildet, die Riechlappen sind sehr massig, die Hemisphären schon mit Andeutung von Windungen zur Vermehrung der Oberfläche versehen. Als Schutz der sehr leistungsfähigen Augen dienen nicht nur freie Augenlider, sondern auch eine bewegliche Nickhaut. Die Fortpflanzung wird stets mit innerer Befruchtung eingeleitet, für die ein Abschnitt der Bauchflossen als Begattungsorgan umgebildet ist. Unter den grossen Eiern kann man eine rechteckige Form mit derber lederiger Schale unterscheiden, die sich an den Ecken in gedrehte Schnüre zum Befestigen am Tang verlängert (Fig. 359), oder solche mit dünnhäutiger Hülle, die im Uterus ihre Entwicklung bis zur Geburt lebendiger Jungen durchlaufen. Bei einigen viviparen Haien tritt der langgestielte Dottersack mit der Uteruswand in eine Verbindung wie sie sonst nur am Mutterkuchen der Säugetiere bemerkt wird, wobei nämlich ernährende Stoffe aus dem mütterlichen Körper in die Gefässe des Dottersacks diffundieren. Fast alle Selachier sind marin und Räuber.

2. Unterkl. **Teleostomi.**

Fische mit kammförmigen, an den Kiemenbögen festgewachsenen Kiemen, mit einer Kiemenspalte und Kiemendeckel.

§ 99. 1. Ordnung. **Ganoidei,** Schmelzschupper, Störe.

Mit Knorpelskelett und Chorda, Schädel mit einigen Belegknochen, ohne Oberkiefer und Zähne in dem bauchständigen Munde. Schwanzflosse heterozerk. Haut nackt oder mit Reihen von grossen Ganoidschuppen besetzt. Darm mit Spiralklappe, Schwimmblase mit Luftgang, Herz mit Aortenbulbus. Die äusserst zahlreichen Eier werden als Kaviar genützt.

§ 100. 2. Ordnung. **Teleostei,** Knochenfische.

Mit weichen Schuppen, verknöchertem Skelett, meist 4 Paaren von Kiemen, ohne Spiralklappe und Herzkegel.

Der Schädel ist bis auf geringe Knorpelreste ganz verknöchert. Die Schuppen sind zykloid oder ktenoid und bisweilen so klein und in der Haut versteckt, dass sie zu fehlen scheinen (Schleie, Aal). Die kammförmig angeordneten Kiemen (Fig. 360) sind an den vier Kiemenbögen angewachsen, sodass sie beim Durchfliessen des Wassers zwischen den Kiemenbögen hindurch von ihm benetzt werden; zum Schutze der Kiemen ist eine von den Kiemenstrahlen (Fig. 345) des Zungenbeinbogens gestützte Kiemenhaut über sie gespannt, die von Knochenplatten (Fig. 344) verstärkt ist und hinten dem Wasser den Austritt aus der so gebildeten Kiemenhöhle durch einen senkrechten Spalt von verschiedener Länge gestattet. Die Schwimmblase kann den Luftgang verlieren und selbst fehlen. Im Aortenbulbus sind nur zwei Klappen. Harn- und Geschlechtsorgane münden hinter dem After mit dem auf einem Höcker stehenden Genitalporus. Viviparie findet sich ausnahmsweise, sonst werden meistens sehr zahlreiche, daher kleine Eier abgelegt.

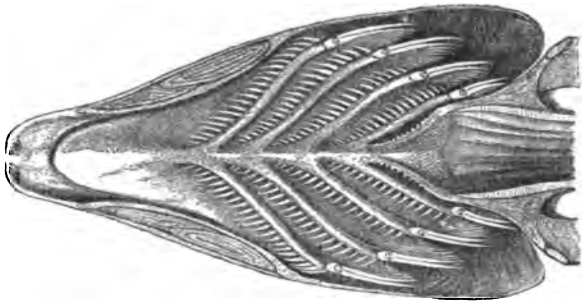


Fig. 360. Horizontalschnitt durch Mund- und Kiemenhöhle einer Maräne mit weit von einander gespreizten Kiemenbögen und Kiemendeckeln (aus BENECKE).

1. Unterordn. **Acanthopteri,** Stachelflosser.

Flossenstrahlen hart; entweder zwei Rückenflossen, von denen die erste nur Stachelstrahlen enthält, oder vor der einzigen Rückenflosse freistehende Stacheln; Bauchflossen brustständig; Schwimmblase geschlossen.

Fam. *Percidae,* Barsche. Mit Kammschuppen, gezähneltem Kiemendeckel und zwei Rückenflossen. Räuber. — *Perca fluviatilis,* Flussbarsch (Fig. 316).

2. Unterordn. **Anacanthini,** Kehl-Weichflosser.

Flossenstrahlen weich, Bauchflossen stets kehlständig, Schwimmblase geschlossen oder fehlend.

Fam. *Gadidae,* Schellfische. Von gestreckter Spindelform des Leibes, mit schleimiger Haut und sehr kleinen weichen Schuppen, weitgespaltenem Maul, sowie mehreren Rücken- und Afterflossen. — *Lota lota* (L.), Aalraupe; einzige Süsswasserform.

Fam. *Pleuronectidae,* Plattfische. Körper seitlich zusammengedrückt, mit kleiner Mundspalte, sehr langer ungeteilter Rücken- und Afterflosse; Augen unsymmetrisch auf einer Körperseite, die dann stärker pigmentiert und im Liegen und

Schwimmen nach oben gekehrt ist. Diese Oberseite zu Farbenwechsel mittelst beweglicher Pigmentzellen (Chromatophoren) befähigt, in Anpassung an helleren und dunkleren Grund. Junge Plattfische sind zuerst symmetrisch gebaut und schwimmen mit dem Rücken nach oben; erst mit dem Liegen auf dem Boden rückt allmählich das nach unten gekehrte Auge auf die Oberseite unter Verschiebung der Schädelknochen (Fig. 361). — *Pleuronectus flesus* (L.), Flunder; im See-, Brack- und Süsswasser.

3. Unterordn. Physostomi, Bauch-Weichflosser.

Bauchflossen bauchständig; Schwimmblase offen mit Luftgang; weiche Flossenstrahlen.

Fam. *Cyprinidae*, Weissfische. Mundöffnung klein, oft mit Barteln, Kiefer zahnlos; die rudimentaren 5. Kiemenbögen oder die „unteren Schlundknochen“ (Fig. 345) tragen 1—3 Reihen von Schlundzähnen (Fig. 362), die gegen eine an den oberen Schlundknochen sitzende hornige Kauplatte drücken, sodass die zwischen beiden Werkzeugen passierenden harten Nahrungsteile zermalmt werden können. Süsserwasserfische, meistens Pflanzen- und Kleintierfresser, die im Sommer laichen und zur Verbastardierung der Arten neigen. — *Cyprinus carpio* L., Karpfen.

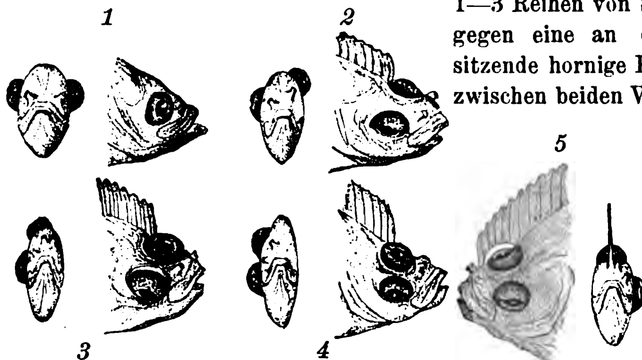


Fig. 361. Wanderung des Auges bei den Plattfischen. 5 eine Art, bei der das Auge unter der bis zum Scheitel reichenden Rückenflosse durchwandert (aus BENECKE).



Fig. 362. Untere Schlundknochen des Karpfens mit den Schlundzähnen, die in drei Längsreihen stehen (aus WALTER).

Fam. *Salmonidae*, Lachse. Hinter der Rückenflosse eine kleine weiche, strahlenlose Fettflosse; auf dem Pflugscharbein, einem Gaumenknochen, stehen kleine Zähne in Längs- und Querreihen (Fig. 363); Kiefer bezahnt. Die Eier verlassen die Ovarien durch deren platzende Wandung und fallen in die Bauchhöhle, aus der sie durch den Porus entleert werden. Raubfische in kalten, meist fliessenden Gewässern, auch im Meere, doch wird zum Laichen, das meist in den Winter fällt, stets das Süsswasser aufgesucht. Zur Fortpflanzung erhalten die Männchen ein Hochzeitskleid, und die Kopfbildung ändert sich manchmal auffallend (Hakenlachse). — *Trutta fario* (L.), Bachforelle.

Fam. *Siluridae*, Welse.

Leib gerundet, mit breitgedrücktem Kopfe und nackter oder mit Knochenschildern gepanzerter Haut, langen Barteln, grossen Brustflossen mit sehr starkem ersten Knochenstrahle und seitlich zusammengedrücktem Schwanze. — *Silurus glanis* L., Wels.

Fam. *Esocidae*, Hechte. Haut beschuppt, Kopf plattgedrückt, schnabelähnlich, mit weitgespaltenem Maule und starken Zähnen von zweierlei Grösse auf dem vorgeschobenen Unterkiefer; Körper lang, fast drehrund, Rücken- und Afterflosse weit nach hinten gerückt. — *Esox lucius* L., Hecht.

Fam. *Clupeidae*, Häringe. Leib seitlich zusammengedrückt, mit grossen, leicht abfallenden Rundschuppen bedeckt; Maul mässig weit, schwach bezahnt. — *Alosa alosa* (L.), Maifisch.

Fam. *Muraenidae,* Aale. Körper schlangenähnlich gestreckt, mit verkümmerten Schuppen, Flossensaum nicht unterbrochen, Kopf klein, Maul mit Zähnen von wechselnder Grösse. Mit echter Metamorphose. Larven (früher für eine besondere Familie Glasfische, *Leptocephalidae* gehalten) bandförmig, glasdurchsichtig, mit wenig verknöchertem Skelett, feinzähnigem Gebiss und weissem Blut, nur in tiefen Meeresschichten; die erwachsenen sind Meeres- und Flussbewohner. — *Anguilla anguilla* (L.) Flussaal.

§ 101. 3. Unterkl. **Dipnoi,** Lungenfische. (Fig. 364).

Beschuppte, durch Kiemen und Lungen atmende Fische.

Kopf breit und flach mit kleinen seitlichen Augen und Nasenlöchern, die als Choanen in die Mundhöhle reichen. Schwanzflosse diphyzerk. Die paarigen Flossen sind nach zwei Typen gebaut: entweder (Fig. 364 B) ist die häutige Flosse von einem Hauptstrahle aus Knorpelstücken mit knorpligen Seitenstrahlen gebildet (biserialer

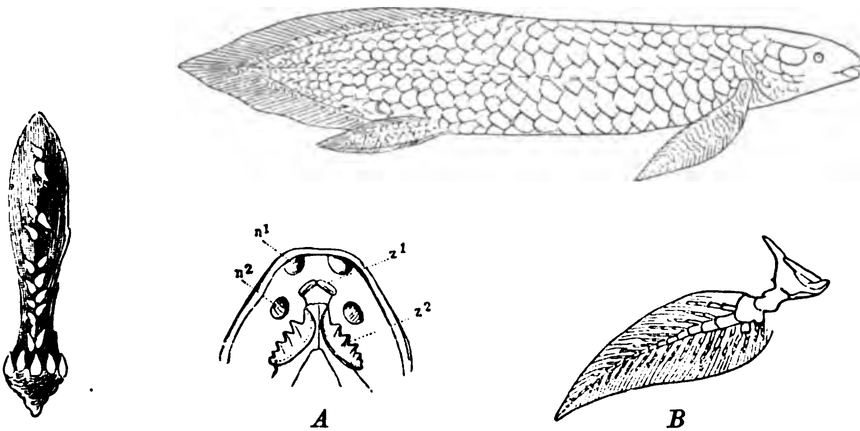


Fig. 363. Pflugscharbein der Forelle (*Salmo fario*) (aus LEUNIS).

Fig. 364. *Ceratodus forsteri.* *A* Gaumen desselben; *z1* die beiden schneidezahnförmigen Zähne am Pflugscharbein, *z2* die Zahnplatten des Gaumens, *n1* äussere Nasenöffnung, *n2* innere Nasenöffnung. *B* Skelett der Brustflosse (aus LEUNIS).

Bau bei *Ceratodus*) oder es ist nur ein Strahl mit einseitigem Flossensaume vorhanden (uniserialer Bau bei *Protopterus*). Am Skelett ist die Chorda vollständig erhalten, der Knorpelschädel aber teilweise von Knochen bedeckt; namentlich sind die Kiefer sehr stark verknöchert und tragen einige wenige grosse Zahnplatten (Fig. 364 A). Die vier oder weniger Paar Kiemen liegen unter einem Deckel, auf dem bei *Protopterus* noch drei äussere Kiemenbäumchen sitzen. Die paarigen oder unpaaren Lungen münden von oben in den Schlund, sind also morphologisch Schwimmblasen, physiologisch aber Lungen, da ihre Innenfläche respiratorisch vermehrt ist. Dem Vorhandensein der Lungen entspricht eine Verdopplung des Kreislaufes und beginnende Teilung des Herzens im Vorhofe und Arterienstamme. Im Darmkanal ist eine Spiralklappe (Fig. 53). Die einen Uebergang zu den Amphibien bietenden Dipnoer kommen in Australien, Südamerika und Afrika vor; Bewohner des Süsswassers vermögen sie bei Verringerung des Sauerstoffgehaltes ihres Wohngewässers Luft durch die Lungen zu atmen und bei völligem Austrocknen des ersteren in einer Schlammkapsel in Trockenschlaf zu verfallen. Sie sind Pflanzenfresser.

3. Klasse. **Amphibia.** Lurche.

§ 102. Allgemeines. Wechselwarme Wirbeltiere mit Lungen, seltner ausserdem mit lebenslänglich bleibenden Kiemen, ein-

facher Kammer und geteilter Vorkammer des Herzens; Entwicklung gewöhnlich mit Metamorphose.

Der in deutliche Regionen geteilte Rumpf wird von echten gegliederten Extremitäten getragen, die zum Laufen, Springen, Klettern und Schwimmen dienen können; im letzten Falle sind die Zehen oft durch Schwimmhäute verbunden. Bisweilen verkümmern die Gliedmassen teilweise oder völlig; im ersten Falle übernimmt ein langer und hoher Ruderschwanz die Bewegung, im zweiten wühlen die Tiere nach Art der Regenwürmer in der Erde. In der weichen, sehr drüsenreichen Haut erhalten sich nur selten Reste von Knochenschuppen. Am Skelett sind stets knöcherne Wirbel ausgebildet, die bei den Schwanzlurchen *(Urodela)* opistho-, bei den Froschlurchen *(Anura)* prozöl sind; ihre Zahl wird bei den letzteren (Fig. 365) bis auf 9, sehr lange Querfortsätze tragende, eingeschränkt, woran sich eine in den Rumpf eingetretene Verschmelzung der Schwanzwirbel anschliesst, das stabförmige Steissbein (Os coccygis); Hals- und Kreuzbeinregion werden von einem einzigen Wirbel gebildet. Die kurzen Rippen entbehren eines Anschlusses an das Brustbein. Ausser den Kiefern tragen auch die Gaumenknochen zahlreiche kleine Zähne, die nur zum Festhalten der Beute dienen; den Kröten fehlen Zähne. Die Zunge ist bei den Fröschen vorn angewachsen und wird mit dem Hinterende herausgeklappt. Am Darme ist ein Magen ausgebildet. Ausser den beiden Lungensäcken besitzen einige Familien auch im erwachsenen Zustande 3—4 Paar Kiemen, die bald von einem häutigen Deckel mit hinterer Spalte bedeckt sind, bald als verästelte Aussenkiemen frei liegen; im Larvenzustande ist zunächst nur Kiemenatmung vorhanden. Bei den Fröschen ist die Luftröhre zu einem Stimmorgan ausgebildet, das sich seitlich in zwei nach aussen an der Oberfläche vorzutreibende Schallblasen vergrössert. Beim Mangel der Rippen und eines Zwerchfells müssen die Lungen zu den Atembewegungen durch die Bauchmuskeln und das Zungenbein gehoben und gesenkt werden, wobei die eingesogene Luft am Entweichen aus den Nasenlöchern durch bewegliche Hautkläppchen über diesen gehindert wird; neben der Lungenatmung ist die stets feuchte Haut in hohem Grade respiratorisch tätig, sodass die Lungen bei gewissen Arten völlig verschwinden können. Der Kreislauf ist bei Kiemenatmung ähnlich wie bei den Fischen eingerichtet, während die Benutzung der Lungen weitgehende Verminderung der Aortenbögen herbeiführt. Der Vorhof des Herzens ist mehr oder weniger vollkommen geteilt; da aber die einfache Kammer von den Lungen her arterielles, aus dem Körper venoses Blut erhält, so führt das Herz ein aus beiden Arten gemischtes Blut. Die bei den Urodelen gestreckten, bei den Anuren mehr gedrungenen Urnieren leiten ihr Exkret durch Harnleiter ab, die jedoch in die von der Kloakenwand in die Leibeshöhle ausgestülpte Harnblase nicht eintreten. An dem kleinen und sehr einfach gegliederten Gehirn (Fig. 330, 2) treten die Hemisphären schon etwas mehr in Erscheinung als bei den Fischen, doch sind die Riechlappen noch ziemlich selbständig. Zum Augenschutz ist ein oberes Lid und die Nickhaut vorhanden; der grosse Augapfel der Frösche kann durch einen Muskel weit in die Höhle zurückgezogen werden. Bei den letzteren tritt auch ein zum wirklichen Gehörorgan ausgebildetes Mittelohr auf; zwischen den Nasengruben und der Mundhöhle stellen — wie bei allen Digitaten — die Choanen eine Verbindung her. Als Leitungswege der

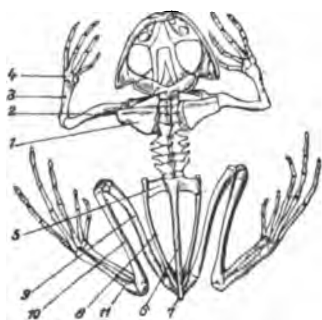


Fig. 365. Skelett des Laubfrosches. *1* Schulterblatt, *2* Oberarm, 3 Vorderarm, *4* Handwurzel, *5* Kreuzbein, *6* Steissbein, *7* Sitzbein, *8* Darmbein, *9* Oberschenkel, *10* Unterschenkel, *11* Fusswurzel (aus WOSSIDLO).

paarigen Geschlechtsdrüsen dienen die Urnierengänge, die in die Kloake münden. Sekundäre Geschlechtsunterschiede sind nicht selten, bald dauernd wie die Daumenschwiele der Froschmännchen, bald nur zur Brunstzeit vorhanden: Rückenkamm und Hochzeitskleid der Molche. Nur bei den Schwanzlurchen ist die Befruchtung eine innere, wo das Weibchen die vom Männchen ausgestossene Samenkapsel in seine Kloake aufnimmt, woran sich Entwicklung der Eier im weiblichen Körper und Viviparie knüpfen kann: Landsalamander. Sonst ist selbst da, wo eine Vereinigung der Geschlechter stattfindet (Froschlurche), die Befruchtung äusserlich. Meistens werden die Eier von einer gallertigen, sehr quellfähigen Substanz, welche die Eileiterwandungen ausscheiden, in Schnüren (Kröten) oder Klumpen (Frösche) zusammengehalten. Die bisweilen in der merkwürdigsten Form (S. 70) geltend gemachte Brutpflege übt nicht selten nur das Männchen aus; z. B. wickelt sich die männliche Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans* [L.]) die Eierschnüre um die Hinterschenkel, um sie bis zum Auskommen mitzuführen.

Alle Amphibien durchlaufen ein kiementragendes Larvenstadium (Fig. 107), das ans Wasser gefesselt ist, während die erwachsenen Lungenatmer grossenteils Landtiere sind; trotzdem bindet ihr Hautatmungsbedürfnis sie an feuchte, schattige Umgebungen. Ihr Stoffwechsel ist träge und längerer Unterbrechung durch Winter- und Trockenschlaf, ja Einfrieren fähig. Erwachsen sind sie sämtlich Tierfresser.

§ 103. 1. Ordnung. **Urodela**, Schwanzlurche.

Langgestreckte Amphibien mit Schwanz und vier, gelegentlich verkümmernden Beinen, mit und ohne Kiemen.

Zu den Urodelen gehören die molchähnlichen Lurche, die teilweise ihre Kiemen zeitlebens beibehalten und dann Wassertiere sind, teils sie im Laufe der Entwicklung verlieren, um sich als Lungenatmer ausserhalb der Fortpflanzungszeit dauernd auf dem Lande aufzuhalten. Beim Grottenolm (*Proteus anguineus* Laur.), der zu den ersteren gehört, sind die Beine nur stummelhaft erhalten. Das Gehörorgan ist noch nicht entwickelt, die Zunge in der Mundhöhle festgewachsen. — *Salamandra maculosa* L., Feuersalamander, lebendiggebärend.

2. Ordnung. **Anura**, Froschlurche.

Schwanzlose Lurche mit gedrungenem Körper und kräftigen Gliedmassen, prozölen Wirbeln und Gehörorgan.

Mit der Verkürzung des Rumpfes geht die Verlängerung der meist zum Springen geeigneten Hinterbeine einher. Am Becken entsprechen die langen Darmbeine (Fig. 365) in der Grösse dem in jenes einbezogenen Steissbeine; als teilweiser Ersatz der Rippen sind die Querfortsätze beträchtlich verlängert; die beiden Knochen des Unterarms und -schenkels sind in eins verschmolzen; das Gelenk zwischen Fusswurzel und Mittelfussknochen ist sehr beweglich, wodurch das Abschnellen beim Sprunge gefördert wird. Bei den Kletterformen (Laubfrosch) befinden sich vielfach Haftscheiben an den Finger- und Zehenspitzen. Das Trommelfell ist sichtbar. In der Haut sind oft grosse Drüsen eingelagert, die einen ätzenden Saft abscheiden (Kröten). Im Wasser halten sich nur ganz wenige Arten dauernd auf, manche leben sogar ständig auf dem Lande. — *Rana esculenta* L., Wasserfrosch.

4. Klasse. **Reptilia.** Kriechtiere.

§ 104. Allgemeines. Mit hornigen Schuppen oder Schildern bedeckte, ursprünglich vierbeinige und eierlegende Amnioten, deren Kreislauf unvollkommen geteilt ist.

Der langgestreckte, nur bei den Schildkröten gedrungene Rumpf wird von den

meist kurzen Beinen nur unvollkommen gestützt, sodass die Ortsbewegung sich einem Kriechen nähert. Die Epidermis ist stets zu festen Schuppen verhornt und wird bei den regelmässig wiederkehrenden Häutungen im Zusammenhange abgeworfen; Teile der Lederhaut können zu harten Schildern und Platten verknöchern, die einen Hautpanzer bilden (Schildkröten, Krokodile). Die Enden der Zehen tragen Krallen. Hautdrüsen fehlen gänzlich, wohl aber ist die Haut oft reich an veränderlichen Pigmentzellen (Chamäleon). An allen Wirbeln, die prozöl sind, können Rippen stehen mit Ausnahme des ersten Halswirbels (Atlas) und der hinter dem After beginnenden Schwanzwirbel; sie vereinigen sich durch besondere Schaltstücke mit dem Brustbein. Dem völlig verknöcherten Schädel (Fig. 308) dient ein unpaarer Gelenkhöcker (Condylus) des Hinterhauptbeines zur Verbindung mit dem Atlas; das Quadratbein tritt als Verbindungsglied zwischen Oberschädel und Unterkiefer hervor und an der Bildung des Gaumendaches beteiligen sich ausser dem verdoppelten Pflugscharbein und den Gaumenbeinen auch die grossen Flügelbeine. Als sehr bezeichnend für den Schädel der Reptilien (mit Ausnahme der Schildkröten) muss die Einschaltung eines besonderen Knochens, des Transversum, zwischen dem Hinterende des Oberkieferbeins und Flügelbeins gelten. Die Zähne sind entweder dem Kieferrande aufgewachsen (akrodont) oder seitlich angesetzt (pleurodont) oder — nur bei den Krokodilen — in Alveolen eingesenkt: thekodont (Fig. 366); auch Gaumen- und Flügelbeine können Zahnträger sein. Die Zunge ist einfach oder gespalten, beim Chamäleon wurmförmig mit verdickter, schleimdrüsenreicher Spitze und kann gegen eine Beute herausgeschnellt werden (Fig. 50). Da meistens ganze Tierkörper verschluckt werden, ist die Speiseröhre sehr weit und dehnbar. Der After liegt in einer Kloake, die bei Schlangen und Eidechsen ein querer Spalt ist. Am Eingange der Luftröhre ist stets ein Kehlkopf vorhanden; die Atembewegungen werden — die Schildkröten ausgenommen — von den Rippen ausgeführt. Das Kreislaufsystem zeigt neben der Sonderung zweier Vorhöfe eine meistens unvollkommene Trennung der Herzkammer in zwei Hälften, die jede einen Ast zu der weiterhin einheitlichen Aorta abgeben, sodass selbst dann, wenn die beiden Blutsorten in den Ventrikeln noch getrennt gehalten werden, das in den Körper strömende Blut von gemischter Beschaffenheit ist. Von den als bleibende Nieren vertretenen Harnorganen wird ein breiigfester, an Uraten reicher Harn von kalkweisser Farbe ausgeschieden, der sich bei Eidechsen und Schildkröten in einer Harnblase sammelt. Das Gehirn (Fig. 330, 3) zeigt namentlich die Hemisphären entwickelt, die sich schon nach hinten über das Mittelhirn auszubreiten beginnen. Bei einigen Formen ist die Zirbel noch ähnlich wie ein Blasenauge gebaut und liegt unter einem nur von Haut überkleideten Loche im Schädeldach. Die beiden Augenlider verwachsen bei den Schlangen und gewissen Eidechsen zu einer durchsichtigen gewölbten Kapsel über dem Augapfel, die bei der Häutung mit abgestossen wird. Das Riechorgan ist in seiner Schleimhautfläche noch stark entwickelt. Zu der inneren Befruchtung dient ein — bei Eidechsen und Schlangen verdoppelter — Penis, der den Samen mit einer äusseren Rinne leitet. Die Fortpflanzung geschieht durch Eier mit ledriger bis harter, kalkiger Schale, die bisweilen im Eileiter ihre Entwicklung bis zum Ausschlüpfen der Jungen durchlaufen (Blindschleiche), sonst in feuchte und warme Erde eingegraben werden.

Wie die Lurche sind auch die Kriechtiere sehr lebenszäh, zu langem Hungern und Unterbrechung des Lebensvorganges im Winter- und Sommerschlafe imstande. Mit Ausnahme mancher krautfressender Schildkröten verzehren sie nur lebendige Tiere; im Meere leben nur die Seeschlangen und -schildkröten, im Süsswasser, jedoch nicht ununterbrochen, die Krokodile, manche Schildkröten und Schlangen, während die grosse Mehrzahl der Reptilien Landtiere ist.

§ 105. 1. Ordnung. Chelonia, Schildkröten.

Gedrungene Reptilien mit einer den Rumpf umschliessenden, aus einem Rücken- und einem Bauchschild gebildeten Knochenkapsel; die Kiefer zahnlos, mit Hornscheiden bekleidet.

Der Hautpanzer (Fig. 14) wird in seinem Rückenschilde (Carapax) von den verbreiterten Dornfortsätzen der Brust und Lendenwirbel und den graden Rippen gebildet, die von Hautknochen bedeckt sind, während das Brustschild (Plastron) nur aus letzteren besteht, die an den Seiten nach oben zu mit dem Rückenteile verwachsen; den Panzer

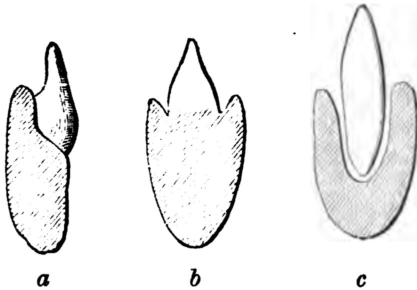


Fig. 366. Schema der pleurodonten (*a*), akrodonten (*b*) und thekodonten (*c*) Zähne (aus WIEDERSHEIM).

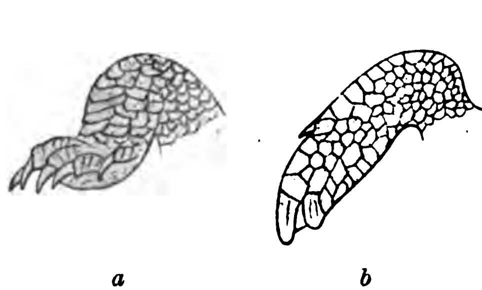


Fig. 367. *a* Vorderbein einer Landschildkröte (*Emys*), *b* einer Seeschildkröte (*Chelone*).

verdecken äusserlich ledrige bis hornige Epidermisplatten („Schildpatt"). In diese Schale, die Schulter- und Beckengürtel in sich schliesst, können Kopf, Gliedmassen und der kurze Schwanz zurückgezogen, bezw. geklappt werden. Die Schädelknochen gehen durch Nähte eine äusserst feste Verbindung ein; der Gesichtsteil ist wegen der fehlenden Nasenbeine sehr kurz. Den Mangel aller Zähne ersetzt Bekleidung der Kiefer mit scharfen, gezähnelten Hornscheiden nach Art des Vogelschnabels. Die Gliedmassen sind bei den landlebenden Formen Laufbeine, meistens mit spitzen Krallen an den deutlich getrennten Zehen, bei den Seeschildkröten abgeplattete Flossen, deren Zehen grossenteils verschmelzen (Fig. 367). Ausser den Harnleitern münden auch die Geschlechtswege in die Harnblase. Die Eier sind fast kugelrund, ihre Schale ist bei den Meeresformen pergamentartig, sonst hart. — *Emys orbicularis* (L.), Sumpfschildkröte.

§ 106. 2. Ordnung. Crocodilia, Krokodile.

Eidechsenähnliche, mit Horn- und Knochenschildern bedeckte Reptilien, mit zahlreichen thekodonten Zähnen und Schwimmhäuten an den Hinterfüssen.

Der Körper geht in einen langen, zusammengedrückten, oben gekielten Ruderschwanz aus. Die prozölen Wirbel tragen Rippen, die ein Brustbein vereinigt; hinter den Brustrippen bilden schräge Sehnenverknöcherungen eine Reihe Paare von Bauchrippen, die sich mit einem Sternum abdominale verbinden. Schlüsselbeine fehlen. An dem aus starken Knochen sehr fest gefügten, abgeplatteten Schädel ist die Länge der mit zahlreichen spitzen Zähnen bewaffneten Kiefer bemerkenswert; das Quadratbein ist am Oberschädel nicht verschiebbar. Nasenlöcher und Ohröffnung können durch Hautfalten verschlossen werden, die Zunge ist dem Boden der Mundhöhle glatt angewachsen. Das Herz ist vollkommen geteilt, nur in der Scheidewand der Ventrikel bleibt eine, vom Blutstrom aber nicht berührte Oeffnung. Die hartschaligen Eier werden nach dem Legen von der Mutter bewacht. Räuberische Süsswasserbewohner der Tropen und Subtropen.

§ 107. 3. Ordnung. Lacertilia [Sauria], Eidechsen.

Beschuppte Kriechtiere mit fest verbundenen Unterkieferhälften, einer Paukenhöhle, querer Kloakenspalte und paarigem Penis.

Der Körper ist sehr langgestreckt, mit kurzen schwachen Gliedmassen, die im einen oder andern Paare oder auch ganz (Blindschleiche) schwinden können; doch sind dann die Gürtel vollständig erhalten. Das den Unterkiefer haltende Quadratbein ist mit dem Hirnschädel beweglich verbunden. Ausser an den Kiefern sitzen die akro- oder pleurodonten Zähne nur auf dem Flügelbein. Neben dem unteren, sehr beweglichen Augenlid ist eine Nickhaut vorhanden. Zwischen einer kurzen dicken bis zu einer lang wurmförmigen oder vorn gespaltenen Zunge kommen alle Uebergänge vor. Die Eier sind meist weichschalig, einige Formen, z. B. die Blindschleiche, sind lebendiggebärend. Die Eidechsen leben von Würmern und Insekten; sie bewohnen grösstenteils die heisse Zone. — *Lacerta agilis* L., Zauneidechse.

§ 108. 4. Ordn. Ophidia, Schlangen.

Körper langgestreckt, mit Schuppen und Schildern bedeckt, ohne Gliedmassen, Gürtel und Brustbein, mit verschiebbaren Kieferhälften, ohne Paukenhöhle, mit querer Kloakenspalte und doppeltem Penis.

Von Extremitäten sind höchstens Skelettreste der hinteren mit äusseren krallenförmigen Stummeln erhalten (Riesenschlangen). Die Bewegung geschieht deshalb durch „schlängelndes" Kriechen auf dem Bauche, indem die freien Rippenenden in rascher Abwechslung auf den Boden gestemmt werden. Während der Körper oben mit gleichmässigen kleinen Schuppen bedeckt ist, tragen Kopf und Bauchseite grössere Schilder und Platten. Der Schädel (Fig. 308, 368) weist äusserste Verschiebbarkeit der Kiefer- und Gaumenknochen auf, sodass der Rachen sehr erweitert werden kann. Dies ermöglichen hauptsächlich das lange, und mit dem ebenfalls beweglichen Schuppenbein

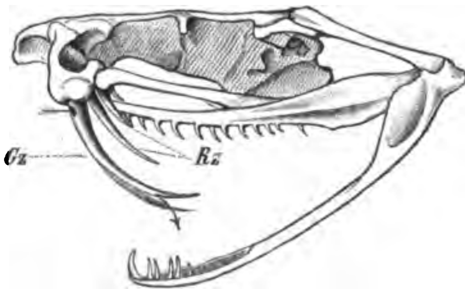


Fig. 368. Kopfskelett der Klapperschlange. *Gz* Giftzahn, *Rz* Reservezähne. Der Pfeil deutet die Mündung des Giftkanals an (aus WIEDERSHEIM).

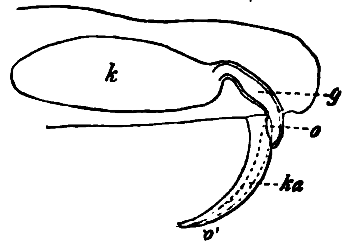


Fig. 369. Giftapparat einer Schlange, schematisch. *k* Drüse, *g* deren Ausführungsgang, *ka* Giftkanal, *o* obere, *o'* untere Oeffnung desselben (aus BOAS).

sehr frei verbundene Quadratbein, andrerseits elastische Bänder zwischen diesem und dem Unterkiefer, endlich die seitliche Verschiebbarkeit der beiden Unterkieferäste, die am Kinn ebenfalls nur durch Bandmasse zusammengehalten werden. Beim Verschlingen ihrer Beute schiebt die Schlange die einzelnen Teile des Kieferapparates abwechselnd nach vorn über den Bissen, wobei die langen, spitzen, nach hinten gebogenen Fangzähne das Entschlüpfen verhindern. Solche Zähne tragen die Unter- und Oberkieferknochen, das Gaumen- und Flügelbein, ja bisweilen noch die Zwischenkiefer. Ausserdem haben die Giftschlangen im Oberkiefer zwei lange Giftzähne, die, mit einer Gift-

drüse in Verbindung stehend, deren Sekret in die von ihnen gemachte Wunde leiten (Fig. 369). Dazu dient entweder eine äussere Rinne bei feststehenden Giftzähnen oder ein innerer Kanal, der sich vor der Spitze öffnet; in letzterem Falle sind die beweglichen Giftzähne bei geschlossenem Rachen nach rückwärts an den Kiefer gelegt und stellen sich erst bei geöffnetem senkrecht. Hinter jedem Giftzahn stehen ein oder mehrere Ersatzzähne. Die Giftschlangen unterscheiden sich i. A. auch äusserlich von den ungiftigen Formen durch ihren nach hinten verbreiterten Kopf und von diesem deutlich abgesetzten Hals, sowie den kurzen, sich rasch verjüngenden Schwanz.

Der Schlund ist sehr lang und dehnbar, der Kehlkopf ganz nach vorn bis an das Kinn gerückt (Fig. 370), um während des langwierigen Schlingens die Atmung zu ermöglichen, dazu ist auch der hintere Abschnitt der allein ausgebildeten rechten Lunge zu einem Luftbehältnis ausgebildet, um die mangelnde Luftzufuhr bei jenem Vorgange zu ergänzen. Die nicht als Schmeck-, sondern als Tastwerkzeug dienende Zunge (Fig. 370) ist dünn, vorn gegabelt und kann auch bei geschlossenem Maule durch einen Kinnausschnitt herausgeschoben werden; dem Gehörorgan fehlen Trommelfell und Paukenhöhle, also die schallleitenden Teile. Ueber den Augen bilden die verwachsenen Lider eine gewölbte Kapsel. Die weichhäutigen Eier werden in geringer Zahl erzeugt; manche Schlangen (Seeschlangen, Vipern) gebären lebendige Junge. Es gibt Familien, die ständig im Meere leben (Seeschlangen), die andern sind Landtiere, doch besuchen manche gern das Süsswasser. Sie nähren sich nur von lebenden Tieren. — *Vipera berus* L., Kreuzotter.



Fig. 370. Rachen der Kreuzotter (aus WOSSIDLO).

6. Klasse. Aves. Vögel.

§ 109. Allgemeines. Gleichwarme, befiederte Amnioten mit einem Gelenkhöcker am Hinterhauptsbeine, zu Flügeln umgebildeten Vordergliedmassen und vollständig geteiltem Kreislauf; eierlegend.

Trotz vieler gemeinsamer Züge des Baues und der Entwicklungsweise, welche die nahe Verwandtschaft der Kriechtiere und Vögel dartun, weisen die letzteren bei allen Angehörigen der Klasse eine hohe Gleichartigkeit der Organisation auf, was sich aus der weitgehenden Anpassung des Vogelkörpers an den Flug erklärt. Diese spricht sich, abgesehen von der Ausbildung besonderer Flugorgane, namentlich aus in der gedrungenen, nach vorn zu bolzenähnlichen Körperform, welche die ganze Leibesmasse nahe dem Schwerpunkte vereinigt, dem festen Gefüge des Brustkorbes, dessen starre Wirbelsäule und gewaltiges Brustbein den heftigen Erschütterungen beim Fliegen Widerstand leisten, der Erleichterung des spezifischen Gewichts durch zahlreiche innerliche Luftbehältnisse und einem äusserst leichten Integument, dem Federkleid, welches ausserdem einen vorzüglichen Schutz gegen die starke, mit dem raschen Fluge verbundene Wärmeabgabe liefert. Dieser Einheitlichkeit des Bautypus tut es keinen Abbruch, dass die Vögel sich einer nach verschiedenen Richtungen hin entwickelten Lebensweise durch zweckmässige Umbildung wichtiger Körperteile angepasst haben, dass sich demnach Vögel, die nach ihrem Aufenthalte und vorwiegender Bewegungsart Raub-, Kletter-, Lauf-, Sumpf-, Schwimmvögel u. s. w. genannt werden, auch im Bau erheblich unterscheiden. Allen gemeinsam ist jedenfalls die Art der Fortpflanzung durch Eiablage und die hochentwickelte Brutpflege.

Die Haut ist dünn, trocken und entbehrt aller Hautdrüsen mit Ausnahme der Bürzeldrüse, eines massigen doppelten Organs über der Schwanzwurzel, dessen ölige Absonderung zum Einfetten des Gefieders dient. Die Federn können als ausgefaserte Reptilienschuppen gelten, mit denen sie die Entstehungsweise teilen. Sie bilden sich beim jungen Vogel aus kleinen Hautwärzchen, Papillen der Lederhaut mit epidermoidalem Ueberzug (Fig. 371), die sich allmählich in Vertiefungen (Follikel, die späteren Federbälge, einsenken. Nachher zerfasert sich die verhornte Epidermis

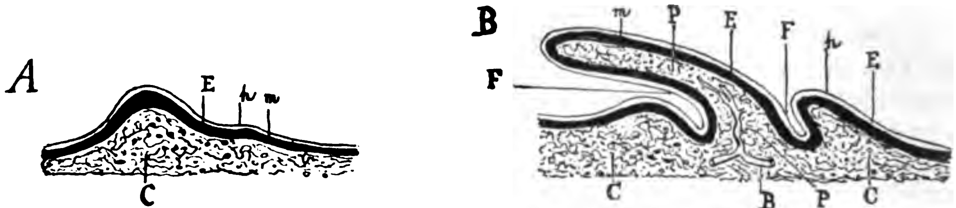


Fig. 371. Zwei Stadien der ersten Federentwicklung, halbschematisch. *B* Blutgefäss, *C* Lederhaut, *E* wuchernde Epidermis. *F* Follikelanlage, *h* Hornschicht der Epidermis, *m* Schleimschicht, *P* Pulpa der Papille (aus WIEDERSHEIM).

der Papille an der Spitze in Strahlen, die von dem eintrocknenden Grundteil jener als der hohlen Spule zusammengehalten werden (Fig. 372 A). Diese lockere Erstlingsdune (Fig. 372) wird indessen bald ersetzt von der echten Feder, die aus der Tiefe des Follikels nach oben wachsend die Dune vor sich herschiebt, bis sie abfällt (Fig. 372 B). Diese neue Deck- oder Konturfeder besteht wieder aus einer in den Federbalg eingelassenen Spule und ihrer sich über die Haut erhebenden Verlängerung, dem Schaft, der aussen von harter horniger Wandung gebildet ist und sich distal gleichmässig verjüngt; Spule und Schaft fasst man als Kiel zusammen. Dem Schafte sitzen beiderseits die Fahnen an, aus dicht aufeinanderliegenden abgeplatteten Aesten bestehend, die mit zahlreichen kleinen Nebenstrahlen ineinandergreifen (Fig. 373) und so die zwar nachgiebige, aber derbe Federfläche herstellen. An den Federn, welche nicht dem Flügel oder Schwanz angehören, sitzt dem unteren Teile des Schaftes noch eine zweite kleinere Feder, der Afterschaft, an. Unter diesen Deckfedern, die das eigentliche Federkleid bilden, nehmen einerseits die grossen, sehr starken Schwung- und Steuerfedern am Flügel und Schwanz eine besondere Stellung ein, andrerseits die Flaumfedern, zartere Federn vom Bau des Konturgefieders, aber mit aufgelockerten Fahnen; sie umhüllen den Leib mit einer dichten, wärmenden Schicht unter jenem. Bei manchen Vögeln (Reihern) sind gewisse Hautstellen auch mit Polstern von Dunen besetzt, die denjenigen des Erstlingsgefieders entsprechen. Am Halse des Truthahns, Flügel der Kasuare u. a. kommen Federborsten vor, die nur aus einem steifen, fischbeinartigen Schaft bestehen. Nur bei den Pinguinen überzieht das Deckgefieder gleichmässig den ganzen Körper, während es bei den anderen Vögeln auf gewisse Bezirke, Fluren, beschränkt ist, zwischen denen nackte oder nur mit Dunen besetzte Stellen bleiben, die Raine (Fig. 374). An den Vordergliedmassen sind die Schwungfedern oder Schwingen als zwei Fächer angebracht, deren einer an der

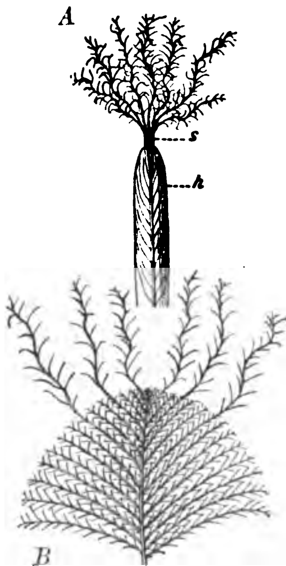


Fig. 372. *A* Dune eines jungen Vogels, der Spitze der noch von einer Hornhülle (*h*) umgebenen nachfolgenden Feder aufsitzend. *s* Spule der Dune. — *B* Spitze einer Deckfeder mit einigen noch sitzengebliebenen Dunenästen. Schemata (aus BOAS).

Hand, der andre an Unter- und Oberarm befestigt ist. Die längsten und steifsten Schwungfedern sitzen als Handschwingen (Fig. 375) an der Handwurzel und den ihr angegliederten beiden Fingern, die kurzen oberseitigen des Eck- oder Afterflügels am Daumen, während zu den Armknochen die Armschwingen gehören. Ueber die Spulenteile aller Schwingen legen sich die Flügeldeckfedern, die von hinten nach vorn in drei Reihen von abnehmender Länge geordnet sind. Als Schulterfittich bezeichnet man eine am Schulterende des Oberarms sitzende Gruppe von Deckfedern. Die ebenfalls einen Fächer bildenden, beim Fluge die Richtung gebenden Federn des Schwanzes heissen Steuerfedern; sie können gelegentlich verkümmern (Lappentaucher). (Ueber die Bezeichnung der übrigen Federgruppen vgl. Fig. 375). Das Deckgefieder kann von zahlreichen Hautmuskeln gesträubt werden. Im Laufe der Zeit nutzen sich die Fahnenstrahlen namentlich des Deckgefieders erheblich ab (Fig. 376), sodass bisweilen fast nur der widerstandsfähigere Schaft erhalten bleibt; deshalb erneuert der Vogel sein

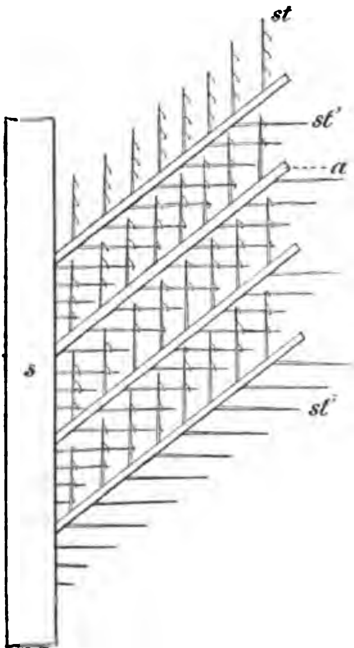


Fig. 373. Stückchen einer Feder, schematisch. s Schaft, a Ast, st Strahlen einer vorderen Reihe mit Häkchen, st' Strahlen der hinteren Reihen; erstere decken über letztere hin und greifen mit den Häckchen um ihren Rand (aus BOAS).

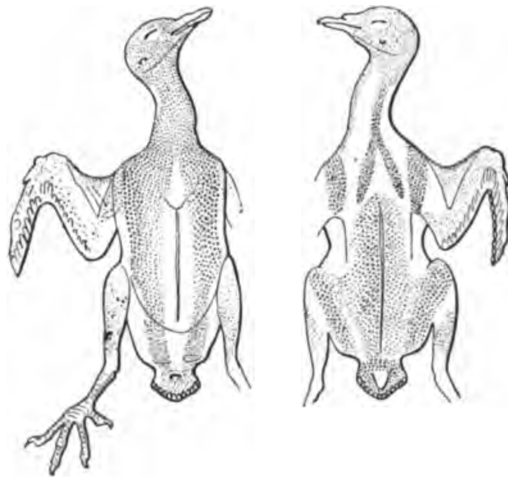


Fig. 374. Federfluren des Bauches und Rückens der Haustaube (aus LEUNIS).

Gefieder alljährlich 1—2mal durch allmähliches Abwerfen und Neubilden aller Federn, durch Mauser, die mindestens im Herbste stattfindet und sich auch auf die Hornscheide des Schnabels und die Krallen erstrecken kann. Wo stets nacktbleibende Hautstellen vorkommen, sind sie gewöhnlich schwielig verdickt und von lebhafter Färbung, z. B. die Rose der Waldhühner; den Schnabelgrund der Raub- und Hühnervögel überzieht die weiche Wachshaut.

Die Bedeckung der Hintergliedmassen besteht, soweit sie vom Gefieder freigelassen sind, aus Hornschuppen und -schildern von wechselnder Grösse. Sie kann fein gekörnelt sein, nämlich aus kleinen vieleckigen Täfelchen bestehen, genetzt sein u. a. m. Wenn die Hornschilder an der Vorderseite des Laufes zu einer längeren Scheide verschmelzen, wie bei den echten Sängern, so ist jener gestiefelt. Auf den Zehenenden sitzen meist spitzige, bei den Hühnern schaufelartige Krallen; hinten am Lauf ist bei manchen Hühnervögeln (Fasan, Fig. 383 i) ein Sporn als Waffe an-

gebracht. Die kammartig an den Seiten der Zehen unserer Waldhühner sitzenden Hornplättchen (fälschlich „Balzstifte") sind als umgewandelte Federn zu betrachten, wie sie denn auch der Mauser unterliegen (Fig. 397).

Das Skelett (Fig. 377) zeichnet sich durch die Pneumatizität aus, d. h.

Fig. 375. Die Regionen des Vogelkörpers (aus REICHENOW).

den teilweisen Ersatz der inneren Knochenmasse durch lufthaltige Räume (Fig. 378), der alle Knochen mit Ausnahme des Jochbeins und Schulterblattes betreffen kann; auch sonst ist an Knochensubstanz gespart, soweit es die Festigkeit gestattet. Besonders der Schädel (Fig. 379) ist eine dünnwandige, aber infolge Verschmelzens der Schädelknochen im erwachsenen Alter feste Kapsel. Ueber den grossen Augenhöhlen springt das Tränenbein erheblich vor; zwischen jenen ist nur noch eine dünne Wand, das Interorbitalseptum, vorhanden, das öfters noch dazu durchbrochen ist (Fig. 400). Von den besonders langen, in eins verschmolzenen Zwischenkieferbeinen wird der Oberschnabel wesentlich hergestellt, da die eigentlichen Oberkieferknochen klein bleiben, doch sendet jeder einen Fortsatz nach hinten, der sich mit dem

Fig. 376. Eine neue und zwei vertragene Federn aus dem Gefieder des Regenpfeifers (aus ECKSTEIN).

Jochbein und durch dieses mit einer vorderen Verlängerung des Quadratums, dem Quadratojugale, verbindet; so entsteht der wagrechte, grätenähnliche Jochbogen. Für die gelenkige Verbindung von Schädelteil und Unterkiefer ist, wie bei den Reptilien, das Quadratbein wirksam, das — ausser zum Jochbein — auch zum Flügelbein einen Gelenkfortsatz entsendet. Dies hat zur Folge, dass sich beim Senken des Unterschnabels ein von diesem auf das Quadratum ausgeübter Druck auf Flügelbein und Jochbogen

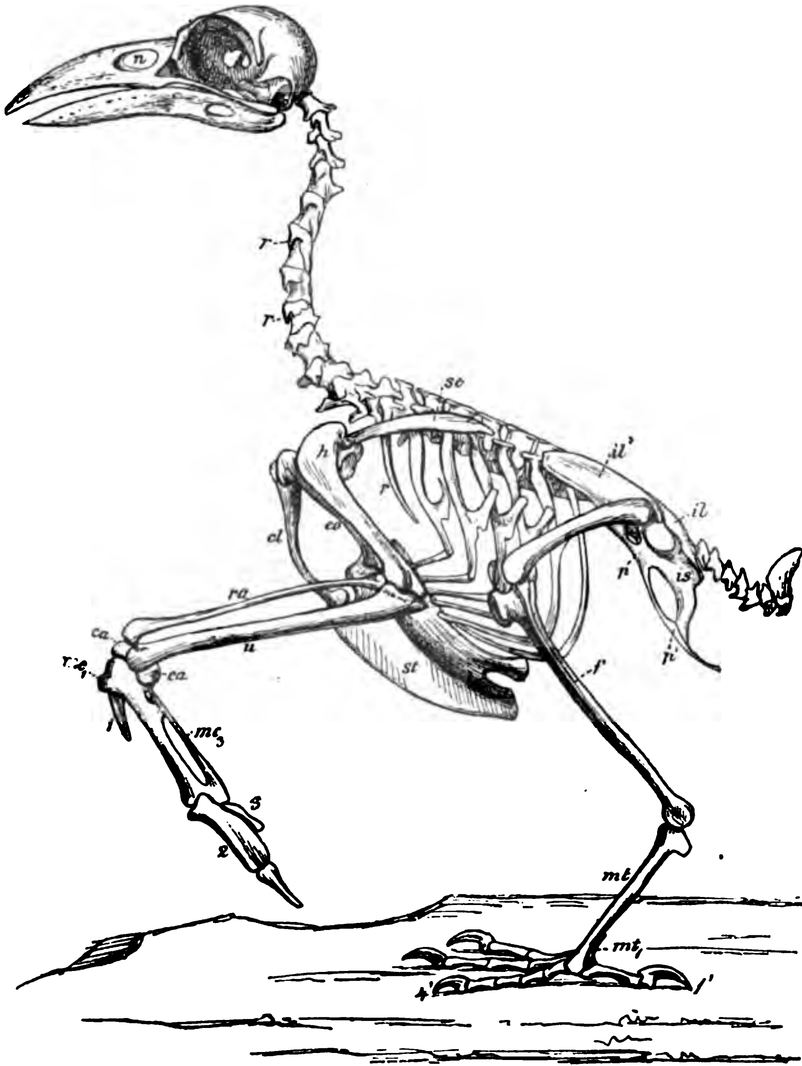


Fig. 377. Skelett eines Raben. *1, 2, 3* erster bis dritter Finger, *1'* und *4'* erste und vierte Zehe, *ca* Handwurzel, *cl* Schlüsselbein, *co* Coracoid (grösstenteils von *h* verdeckt), *f* Wadenbein, *h* Oberarm, *il* Darmbein, *il'* dessen vordere Partie, *is* Sitzbein, mc_1 und mc_3 erster und dritter Mittelhandknochen, *mt* grosser Mittelfussknochen (aus den verwachsenen *2.—4.* Mittelfussknochen bestehend), mt_1 erster Mittelfussknochen, *n* Nasenloch, *p'* Schambein, *r* Halsrippen, *ra* Speiche, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein, *u* Elle (aus BOAS).

überträgt und dadurch den Oberschnabel etwas hebt, wobei die dünne, elastische Basis des letzteren die Gelenkstelle abgibt (Fig. 380); dieser Bewegungsvorgang ist bei Eulen und Papageien besonders deutlich. Durch einen mittleren unpaaren Condylus des Hinterhauptes hängt der Schädel mit der Wirbelsäule zusammen, deren Halswirbel durch Sattelgelenke äusserst beweglich gegeneinander sind, während die Rumpfwirbel

— ausgenommen bei den Pinguinen — starr verbunden bleiben. Aus zahlreichen (16—20) verschmolzenen Wirbeln besteht die Kreuzbeinregion, während der letzte der wenigen (7) und beweglichen Schwanzwirbel eine pflugscharähnliche Platte, das Pygostyl, darstellt, an dem sich die Bewegungsmuskeln des Steuers ansetzen. Von den Rippen sind gegen das Brustbein hin die Endstücke winklig abgeknickt, und sowohl mit jenen wie mit diesem gelenkig verbunden, so dass ihre Streckung das Brustbein von der Wirbelsäule entfernt und den Brustkorb erweitert (Fig. 381). Vom Hinterrande jeder Rippe entspringt ein platter Fortsatz (Processus uncinatus), der sich auf die folgende Rippe legt und so das Thoraxgefüge stärkt. Das Brustbein ist sehr breit und flach, um nebst seinem hohen Mittelkamm den Flugmuskeln Ansatzflächen zu bieten; mit dem Verluste des Flugvermögens (Strausse) schwindet auch der Kamm. Sehr fest ist auch die Verbindung des Schultergürtels mit dem Brustkorbe wegen

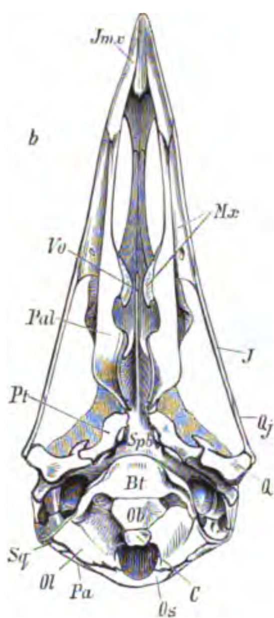




Fig. 378. Vordere Wand der Schädelkapsel von *Otus otus*, von innen gesehen. *D* Schwammige Knochenwand. *TA* Kanal der Eustachischen Trompete, *W* Kanal der Arteria carotis interna (nach BRONN aus HAYEK).

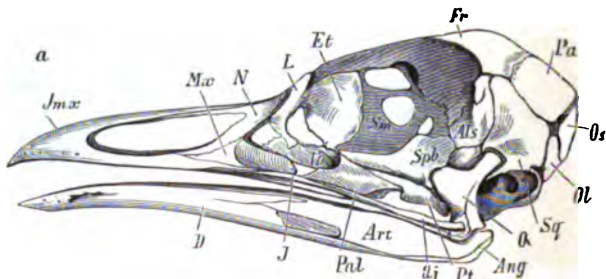


Fig. 379. Schädel der Trappe, *a* von der Seite, *b* von unten. *Ob* Basioccipitale, *C* Gelenkhöcker, *Ol* Occipitale laterale, *Os* O. superius, *Sq* Schuppenbein, *Bt* Parasphenoid, *Spb* Basisphenoid, *Als* Alisphenoid, *Sm* Interorbitalseptum, *Eth* Siebbein, *Pa* Scheitelbein, *Fr* Stirnbein, *Mx* Oberkieferbein, *Imx* Zwischenkieferbein, *N* Nasenbein, *J* Jochbein, *Qj* Quadratojugale, *Q* Quadratum, *Pt* Flügelbein, *Pal* Gaumenbein, *Vo* Pflugscharbein, *D* Dentale, *Art* Articulare, *Ang* Angulare (aus CLAUS-GROBBEN).

der Beanspruchung durch die Flugorgane; ausser dem Schulterblatte, das sich als langer säbelförmiger Knochen über die Rückenseite des Brustkorbes legt, tragen auch die Rabenschnabelbeine dazu bei, indem sie sich fest an die oberen Ecken des Brustbeins heften, und die Schlüsselbeine durch ihre mediane Vereinigung zu einem Gabelbeine (Furcula), das die beiden Schultergelenke in ihrem richtigen Abstande von einander erhält. Von den Armknochen ist der Oberarm grade bei den besten Fliegern (Segler, Kolibris) am kürzesten; die ganz schmale, langgestreckte Hand wird nur gebildet von drei verschmolzenen Mittelhandknochen und drei Fingern. Die drei Armabschnitte werden in der Ruhe nebeneinander und an die Seiten des Rumpfes gelegt getragen. Die drei Knochen des grossen Beckens (Fig. 383) sind an ihren Grenzen miteinander verwachsen, aber die beiden Schambeine sind in der Mittellinie keine Vereinigung (Symphyse) eingegangen, um den Durchtritt der grossen hartschaligen Eier nicht zu erschweren.

Gegen den kurzen und meist unter der Haut verborgenen Oberschenkel tritt der Unterschenkel umsomehr hervor; er wird hauptsächlich von der Tibia gebildet, während die dünne Fibula grossenteils mit jener verschmolzen ist. Auch geht beim erwachsenen Vogel die proximale Reihe der Tarsalknochen in die Tibia ein, während die distale mit den drei Metatarsalknochen zu einem einzigen langgestreckten Knochen, dem L a u f oder T a r s u s, richtiger also Tarso-Metatarsus, verwächst, dessen Gelenkverbindung (Ferse) mit dem Unterschenkel sehr beweglich ist. Die normale Vierzahl der Zehen kann bei Lauf-, Strand- und Wasservögeln auf drei, beim afrikanischen Strauss sogar auf zwei sinken. Gewöhnlich reicht die Befiederung des Beines nur bis gegen die Ferse, seltener bis zu den Zehen (Adler) oder gar bis zu deren Krallen (Eulen, Schneehühner).

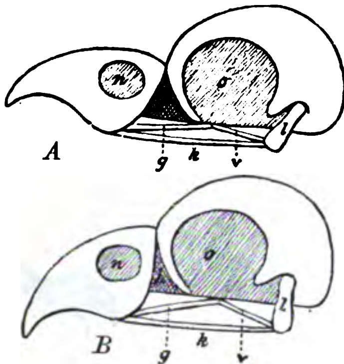


Fig. 380. Schematische Figuren zur Illustration der Bewegung des Oberschnabels bei den Vögeln. *n* Nasenscheidewand, *h* hintere, häutige Partie derselben, *o* Augenhöhlenplatte, *l* Quadratbein, *k* Jochbogen, *v* Flügelbein, *g* Gaumenbein. In *A* ist der Schnabel emporgehoben, in *B* gesenkt (aus BOAS).

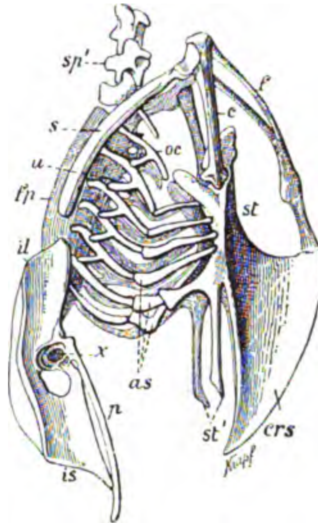


Fig. 381. Brustkorb, Schultergürtel und Becken des Storches. *st* Brustbein, *st'* dessen Bauchfortsätze, *crs* dessen Kamm, *f* Gabelbein, *c* Coracoid, *s* Schulterblatt, *as* sternale, *oc* vertebrale Teile der Rippen, *n* Processus uncinati, *sp'* Dornfortsatz des ersten Brustwirbels, *fp* verschmolzene Dornfortsätze der übrigen Brustwirbel, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *p* Schambein, *x* Hüftgelenk (nach GEGENBAUR aus R. HERTWIG).

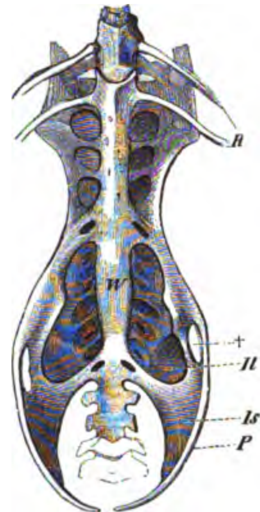


Fig. 382. Becken des Uhu von unten. *Il* Darmbein, *Isch* Sitzbein, *P* Schambein, † Lücke zwischen Darm- und Sitzbein, *R* letztes Rippenpaar (aus WIEDERSHEIM).

Stellung, Grössenverhältnis und Verbindung der Zehen untereinander ergeben vielerlei Abänderungen, die für die systematische Einteilung der Vögel in Betracht kommen (Fig. 383). Während bei dem normalen Fussbau die erste Zehe nach hinten und drei weitere nach vorn gerichtet sind, können abweichend hiervon auch die 2. (Innen)-Zehe oder die 4. (Aussen)-Zehe als Wendezehen nach hinten geschlagen werden (letzteres z. B. bei den Eulen) oder auch die Aussenzehe dauernd nach hinten neben die hintere treten (Spechte), während beim Mauersegler auch die 1. nach vorn gerichtet ist. Ferner sind die Zehen vielfach — namentlich bei Stelz- und Schwimmvögeln zur Vergrösserung der Fussfläche — untereinander verbunden und zwar durch S c h w i m m h ä u t e, wenn sich eine derbe, ledrige Haut zwischen ihnen vom Grunde bis an die Krallen erstreckt, oder durch H e f t u n g, wenn nur die proximalen Glieder eine Spannhaut zwischen sich haben, wobei unter h a l b e r Heftung zu verstehen ist, dass die Verbindung nur die Mittel- und Aussenzehe betrifft. Mit Berücksichtigung der Lebensweise lassen sich alsdann folgende Fussformen unterscheiden: 1. S c h w i m m f u s s (Fig. 383 a—c), der zum Spaltschwimmfuss wird, wenn die Haut bis auf den Grund gespalten ist (Steissfüsse), oder als Ruderfuss (Kormoran) alle Zehen verbunden hat. 2. W a t f u s s (Fig. 383 d—h). Hierbei können die Zehen verkürzt sein, um den so entstehenden

„Lauffuss“ möglichst wenig den Boden berühren zu lassen (Trappen, Regenpfeifer, Kraniche) oder zur Oberflächenvergrösserung des „Schreitfusses“ vergrössert sein

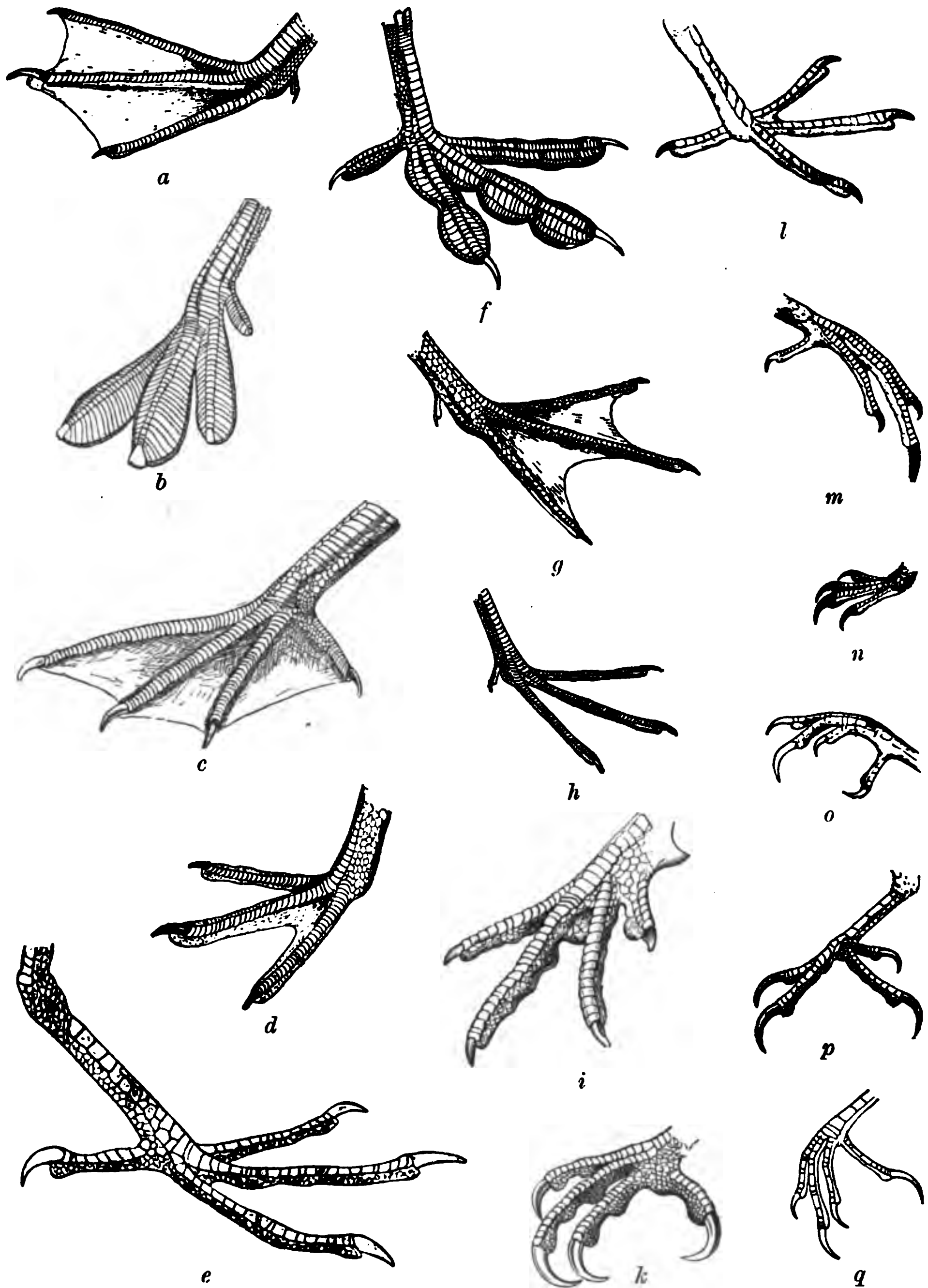


Fig. 383. Fussformen der Vögel. *a* Schwimmfuss (Silbermöve), *b* Spaltschwimmfuss (Haubentaucher), *c* Ruderfuss (Kormoran); *d* Lauffuss (Austernfischer), *e* Schreitfuss (Rohrdommel), *f* Schreitfuss mit gelappten Zehen (Wasserhuhn), *g* Watfuss mit zurückgebildeten Schwimmhäuten, *h* Watfuss mit ungehefteten Zehen (Strandläufer), *i* Scharrfuss (Fasan), *k* Raubfuss (Falk), *l* Spaltfuss (Taube), *m* Haftfuss (Nachtschwalbe), *n* Klammerfuss (Mauersegler), *o* Sitzfuss (Eisvogel), *p* Kletterfuss (Schwarzspecht), *q* Hüpffuss (Drossel) (*a—d*, *f—g*, *m—q* aus REICHENOW, *i—k* aus SCHMARDA, *e*, *l* nach REICHENBACH).

(Reiher, Rohrhühner); hierbei ist ganze oder halbe (Fig. 383, d) Heftung ausgebildet, oder sie fehlt ganz (Fig. 383 h); oder endlich sind die Zehen durch zurückgebildete Schwimmhäute verbunden (Säbelschnäbler, Fig. 383 g). 3. Fangfuss (Fig. 383 i—k), der als „Scharrfuss“ der Hühnervögel rauhe Sohlen und schaufelähnliche Krallen, als „Raubfuss“ der Raubvögel grosse Ballen und spitze gekrümmte Krallen zeigt. 4. Spaltfuss mit vollständig getrennten Zehen (Fig. 383 l). 5. Baumfuss (Fig. 383, m—p); unterschieden als: „Haftfuss“, wenn die schwachen, nur zum Sitzen brauchbaren Zehen am Grunde kurz geheftet sind (Nachtschwalbe); „Klammerfuss“, wo die Zehen vollständig getrennt und mit langen spitzen Krallen bewehrt sind (Mauersegler); „Sitzfuss“, klein und schwach, die Zehen bald zu dreien, bald zu zweien nach vorn gekehrt (Eisvogel); „Kletterfuss“, die Aussenzehe nach hinten gewachsen, Nägel

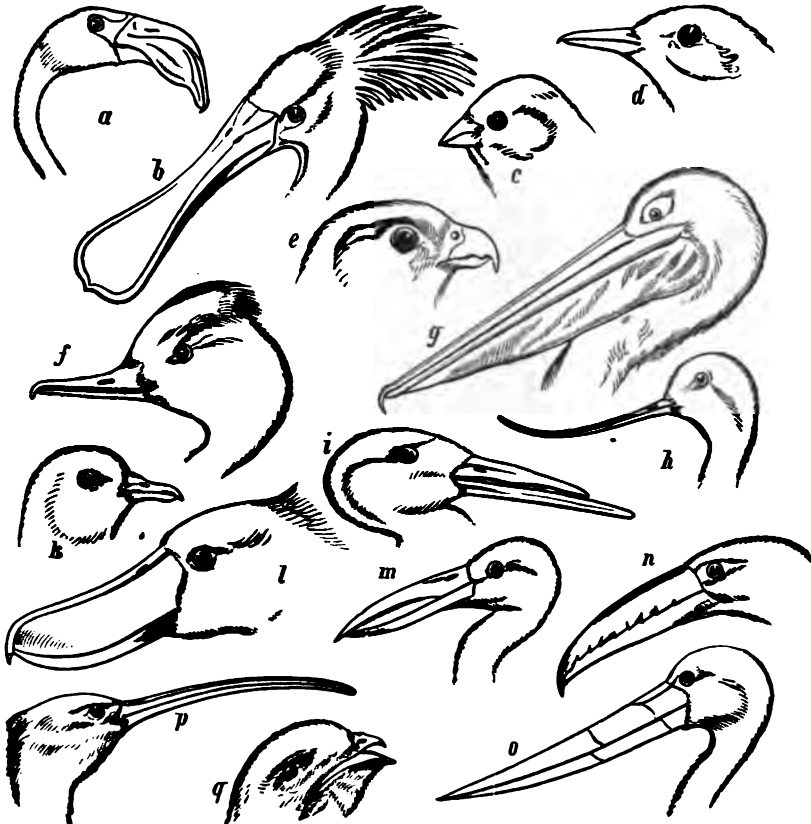


Fig. 384. Schnabelformen der Vögel. *a Phoenicopterus antiquorum, b Platalea leucorodia, c Emberiza citrinella, d Turdus cyaneus, e Falco candicans, f Mergus merganser, g Pelecanus perspicillatus, h Recurvirostra avocetta, i Rhynchops nigra, k Columba livia, l Balaeniceps rex, m Anastomus coromandelianus, n Pteroglossus discolor, o Mycteria senegalensis, p Falcinellus igneus, q Cypselus apus* (aus CLAUS).

sehr krumm und spitz (Spechte); 6. Hüpffuss (Fig. 383 q), 1. Glied der Mittel- und Aussenzehe verheftet, die Kralle der Hinterzehe am grössten (Singvögel).

Die Verdauungswerkzeuge (Fig. 47) beginnen mit dem Schnabel, dessen Hornscheiden den Kieferknochen an Stelle der — den heutigen Vögeln — fehlenden Zähne Schneiden geben. Wie seine Länge (bei den Kolibris und Brachvögeln fast körperlang, bei der Nachtschwalbe kaum sichtbar) innerhalb der Klasse ausserordentlich wechselt, so ist auch die Form als Wiederspiegelung des Nahrungserwerbes sehr veränderlich (Fig. 384). Die Zunge, hinten auf dem Boden der Mundhöhle angewachsen

und von dem sehr ausgebildeten Zungenbein (Fig. 310) gestützt, dient kaum als Geschmacksorgan, sondern höchstens zum Tasten, hauptsächlich aber mechanisch zur Aufnahme und zum Mundgerechtmachen der Nahrung. Die muskulose Speiseröhre hat in der Tiefe häufig einen Kropf zum vorläufigen Aufbewahren und Erweichen der Kost; bei den Tauben besitzt er zwei drüsige Nebensäcke, die eine Art Futterkäse für die Jungen liefern. Am unteren Ende erweitert sich der Oesophagus häufig zu einem Drüsenmagen, dem der eigentliche Muskelmagen folgt; die Stärke seiner Muskelwand richtet sich nach der Härte der Bissen, sodass fleischverzehrende Raubvögel die schlaffsten, Körner- und Konchylienfresser die derbsten Wände zeigen, bei letzteren dienen ferner zwei hornige Innenplatten (Fig. 46) und beständig aufgenommene Steinchen zum Zermalmen hartschaliger Teile. Ausser der langgezogenen Bauchspeicheldrüse sind die ansehnlichen doppelten Blinddärme bemerkenswert, die am Anfange des Dickdarmes entspringen; der Enddarm mündet in eine Kloake, mit deren Rückenwand bei den Enten ein drüsiger Beutel von rätselhafter Bedeutung, die Bursa Fabricii, in Verbindung steht (Fig. 389).

Die mit einem einfach gebauten oberen Kehlkopf (Larynx), der für die Stimmbildung nicht in Betracht kommt, beginnenden Atmungsorgane werden von einer Luftröhre aus Knorpelringen fortgesetzt, welche die Länge des Halses mehr-

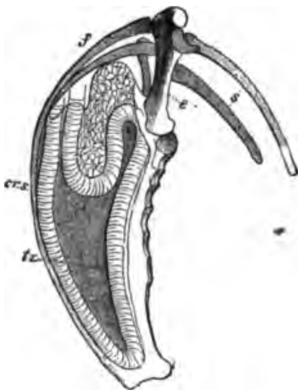


Fig. 385. Windungen der Luftröhre beim Singschwan. *s* Schulterblatt, *c* Coracoid, *f* Gabelbein, *cr.s* Brustbeinkiel, *tr* Luftröhre (nach GEGENBAUR aus PAGENSTECHER).

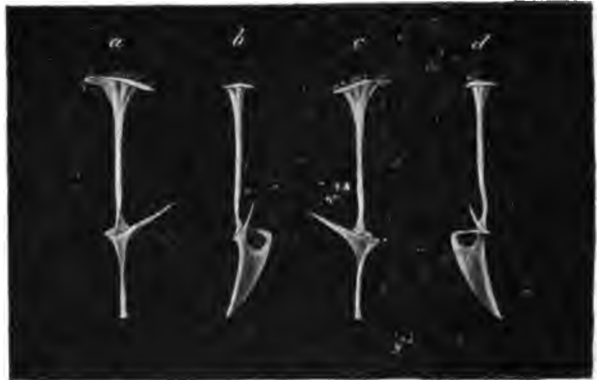


Fig. 386. Die Columella eines Vogels von vier Seiten (aus KRAUSE).

fach übertreffen kann und dann unter der Haut oder in Aushöhlungen des Brustbeinkammes (Fig. 385) aufgewunden liegt. Am Uebergange der Trachea in die Bronchien bildet sich der untere Kehlkopf (Syrinx) heraus, der mit Stimmlippen und besonderen Muskeln ausgestattet eigentlicher Sitz der vielfältig modulierbaren Vogelstimme ist; bei den männlichen Entvögeln unsymmetrisch erweitert, bringt er als Resonanzboden deren kräftige Ruflaute hervor. Die Lungen hängen nicht — wie bei den anderen Digitaten — frei in der Brusthöhle, sondern sind in die Zwischenräume der Rippen dorsal eingesenkt und darin festgewachsen. Ihre Innenräume verlängern sich in die grossen häutigen Luftsäcke, die in mehreren Paaren in der Brust- und Bauchhöhle zwischen den Eingeweiden liegen und Fortsätze in die pneumatischen Knochen und unter die Körperhaut entsenden. Sie füllen und entleeren sich bei jeder Atembewegung des Brustkorbes, wobei die ein- und ausstreichende Luft jedesmal die Lunge passiert; ihre Bedeutung liegt weniger darin, den Körper beim Fliegen zu erleichtern, als vielmehr dem Vogel das bei seiner reissendschnellen Bewegung erschwerte

Atmen zu gestatten. Während dem ist nämlich der Thorax auf die Einatmung eingestellt, also erweitert, und durch das taktmässige Rühren der Flugmuskeln werden die vorderen Luftsäcke abwechselnd zusammengepresst und erweitert, sodass auch ohne Atembewegungen der Luftwechsel in der Lunge erhalten wird.

Der Kreislauf ist vollständig verdoppelt, da durchgehende Scheidewände Vorhof und Herzkammer halbieren, auch geht die Aorta nur vom linken Ventrikel aus, sodass sie rein arterielles Blut führt; ein Herzkegel ist, wie bei den Reptilien, nicht mehr ausgebildet. Von den Aortenbögen bleibt nur der rechte als absteigende Aorta übrig. Wie die Lungen in die Zwischenräume der Rippen, so sind die grossen, langgestreckten Nieren in die Lücken des Kreuzbeins eingesenkt; ihre Harnleiter verlaufen über dem Mastdarm direkt in die Kloake; der Urin ist breiig-kalkiger Sauropsidenurin und wird gleichzeitig mit dem Kote entleert.

Das Gehirn übertrifft das der Kriechtiere bei weitem an Grösse, sodass die Hemisphären das Mittelhirn zum grösseren Teile überdecken (Fig. 330 s). Im Gehörorgan sind die Paukenhöhlen durch zwei sich über der Mundhöhle vereinigende Trompeten mit dieser verbunden, sodass die Oeffnung unpaar ist; an der Scheidewand zwischen Paukenhöhle und Labyrinth liegt eine von Haut ausgefüllte Oeffnung, das ovale Fenster; dieses wird von der Endplatte eines langgestreckten Gehörknöchelchens, der Columella (Fig. 386), bedeckt, das mit dem andern Ende das Trommelfell berührt. Ueber letzterem führt ein kurzer Gehörgang nach aussen, dessen Oeffnung von lockeren Federn umstellt, bei den Eulen von einer Art häutiger Ohrmuschel überdeckt wird. Der Tastsinn ist namentlich auf der Zunge, bei Schnepfenvögeln und Enten auch an der Schnabelspitze lokalisiert, wo sich Anhäufungen von Kolbenkörperchen finden; Geruch- und Geschmacksorgane weisen nur geringe Leistungen auf, da sie durch die hochentwickelten Augen in den Hintergrund gedrängt werden. Die Form des Auges ist die eines Kegels von wechselnder Höhe, dessen Endflächen von Kugelabschnitten überwölbt werden, doch ist die Grundfläche viel grösser als die obere, äussere (Fig. 387). Wie bei vielen Reptilien stützt ein Ring aus Knochenplättchen (Fig. 388) die harte Augenhaut. Eigentümlich ist der Fächer (Kamm), ein in der Nähe des blinden Fleckes sich aus der Aderhaut erhebender und in die Augenkapsel ragender, gefalteter Fortsatz von noch ungeklärter Bestimmung. Bedeckt wird das Auge wesentlich nur durch das grosse untere Lid; daneben besteht die sehr bewegliche Nickhaut.

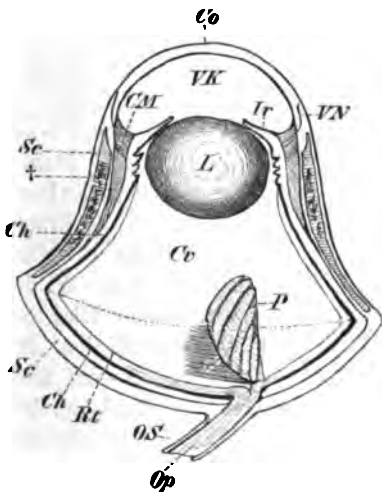


Fig. 387. Auge eines Nachtraubvogels. *Ch* Aderhaut, *Cm* Ciliarmuskel, *Co* Hornhaut, *Cv* Glaskörper. *Ir* Iris, *L* Linse, *Op* Sehnerv mit Scheide *Os*, *P* Kamm, *R* Netzhaut, *Sc* Sclera mit Knocheneinlage bei †, *Vk* vordere Kammer, *Vn* Verbindungsnaht zwischen Sclera und Cornea. Die punktierte Linie zerfällt den Augapfel in einen vorderen und hinteren Abschnitt (aus WIEDERSHEIM).


Fig. 388. Scleralring der Schneeeule (nach LEUCKART aus MARSHALL).

Die Geschlechtsorgane, ganz ähnlich wie in der vorigen Klasse angelegt, bestehen beim Männchen (Fig. 389) aus zwei vor den Nieren gelegenen ovalen Hoden, die zur Paarungszeit mächtig vergrössert, nachher jedoch geweblich stark rückgebildet

sind; meistens ist der linke grösser. Die Samenleiter erweitern sich gegen das Ende hin häufig in Samenblasen und münden an der Hinterwand der Kloake auf zwei Papillen; bei den Reihern ist in einem warzenförmigen Vorsprung der Kloakenwand die Anlage zu einem Penis gelegt, die sich bei Entenvögeln und Straussen zu einer ausstülpbaren Rute mit äusserlicher Samenrinne entwickelt. Am weiblichen Apparate (Fig. 390) ist die gänzliche Verkümmerung der rechten Hälfte hervorzuheben, und auch die linke ist nur zur Brutzeit gut ausgebildet, wo man einen grossen traubigen Eierstock und gewundenen Eileiter erkennt. Im oberen Abschnitte des letzteren wird der abgestossenen Eizelle der Nahrungsdotter, weiterhin die Schalenhaut und im untersten erweiterten Abschnitte (Uterus) die Kalkschale beigegeben.

Die Geschlechter unterscheiden sich vielfach in hohem Grade durch Grösse, Färbung und Federbildungen, gefärbte Hautlappen, Gesang u. s. w. — Auszeichnungen, die oft nur zur Paarungszeit entstehen. Alle Vögel legen **Eier**, die verhältnismässig sehr gross sind, daher auch nur in geringer Zahl und in mehrtägigen Pausen erzeugt werden. Sturmvögel und Geier legen nur ein Ei, Tauben, Kraniche, Nachtschwalben u. a. zwei, die meisten Vögel 3—6, nur Hühner, Enten, Meisen 6—20 Eier in einem **Gelege** ab; doch kann sich die Erzeugung des letzteren in einer Brutzeit wiederholen. In der Gestalt wechseln die Eier von beinahe kugeligen (Eulen) und „eiförmigen" zu birn- und kreiselförmigen (Kiebitz, Alke). Ungefärbte Eier legen fast alle Höhlenbrüter wie Eulen, Spechte, Papageien, Tauben und Paarzeher, gefärbte und bunte die Freibrüter, wobei punktierte, gefleckte, geschnörkelte u. a. Zeichnungen unterschieden werden. Die im Gastrulazustande gelegten Eier bedürfen zur Weiterentwicklung andauernder Erwärmung durch den alten Vogel, der sie deshalb 12—56 Tage, je nach seiner Grösse, bebrütet. Nur die Grossfusshühner *(Megapodiidae)* lassen ihr Ei durch die Gärungswärme modernder Pflanzenmassen ausbrüten. Für das Brutgeschäft bilden sich vielfach ein oder mehrere kahle, schwielige Stellen (Brutflecken) am Bauche aus. Dieser Beginn der hochentwickelten Brutpflege geschieht meistens in einem Neste, das sich aus einer blossen Vertiefung im Boden bis zum

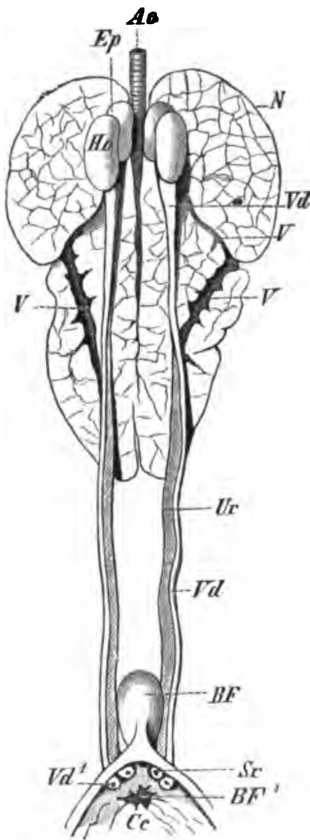


Fig. 389. Männlicher Urogenitalapparat von *Ardea cinerea*. *Ao* Aorta, *BF* Bursa Fabricii, *BF1* deren Mündung in die Kloake, *Ep* Nebenhoden, *Ho* Hoden, *N* Niere, *Ur* Harnleiter, der bei *Sr* in die Kloake mündet; letztere ist aufgeschnitten. *Vd* Samenleiter, der bei *Vd1* auf einer Papille in die Kloake mündet. *V, V* durch Venen erzeugte Furchen auf der Nierenfläche (aus WIEDERSHEIM).



Fig. 390. Weibliche Geschlechtsorgane des Haushuhns. *d* Enddarm, *l* Eileiter, *ov* Eierstock, *t* Trompete, *u* Uterus (aus BOAS).

kunstvoll geflochtenen Gewölbe der Beutelmeise und der Webervögel entwickelt hat; oder es wird eine vorhandene oder eigens hergerichtete Höhlung benutzt, wie auch in einigen Fällen der erhärtende Speichel teilweise (Segler) oder ganz (Salangane) Verwendung findet.

Das reife Junge sprengt die Eischale, nachdem es sie mit einem auf dem Oberschnabel sitzenden, hinfälligen Kalkhöcker, dem Eizahn (Fig. 391) angefeilt hat. Entweder sind die Jungen am ganzen Leibe mit Dunen bekleidet, haben offene Augen, sind bewegungsfähig und imstande, unter Anleitung der Eltern selbständig Nahrung aufzusuchen (Nestflüchter), z. B. die Hühner- und meisten Schwimmvögel, oder sie kommen mit unvollständigem Erstlingsgefieder, blind und zur freien Bewegung und Ernährung unfähig zur Welt, sodass sie noch längere Zeit von den Eltern im Nest gefüttert und beschützt werden müssen (Nesthocker). Die Brutpflege besorgt meistenteils das Weibchen, bei den monogamen Arten vom Männchen unterstützt, selten (Strauss, Wassertreter) das letztere. Viele Kuckucke sind Brutparasiten, d. h. sie überlassen Ei und Junges anderen Vogelarten zur Aufzucht.

Die Vögel bewohnen Land, Meer und Süsswasser, brüten aber stets auf dem Festen; viele Angehörige der nördlichen Breiten bewohnen ihre Heimat nur zur Brutzeit, um den Winter in wärmeren, an Nahrung reicheren Gegenden zu verbringen: Zugvögel. Die Vögel zählen Pflanzen-, Tier- und Allesfresser zu sich.

§ 110. I. Unterkl. Struthiomorphae. Straussartige Vögel.

Meist grosse, nicht mehr flugfähige Laufvögel ohne Pygostyl, mit breitem, weit nach hinten ausgedehntem Pflugscharbein, fast sämtlich ohne Brustbeinkamm.

§ 111. 2. Unterkl. Impennes, Pinguine.

Flugunfähige, tauchende Schwimmvögel mit Pygostyl, beweglichen Rumpfwirbeln, nur unvollkommen verwachsenen Tarso-Metatarsalknochen und mit Brustbeinkiel; Gefieder nicht in Fluren und Raine geteilt; Knochen der Vorderextremität abgeplattet, gegeneinander unbeweglich, der Flügel daher zu einer Flosse geworden, die mit kurzen schuppenähnlichen Federn bedeckt ist (Fig. 392).

3. Unterkl. Carinatae, Flugvögel.

Meist fliegende Vögel mit Pygostyl und Brustbeinkamm, starrer Rumpfwirbelsäule und einheitlichem Tarsus; Gefieder in Fluren und Raine gesondert; Flügel mit beweglichen Abschnitten.

§ 112. 1. Ordnung. Urinatores, Taucher.

Die Beine sehr weit hinten am Körper eingelenkt, weshalb er beim Sitzen oder Gehen selten aufrecht getragen werden kann, Flügel und Schwanz meist kurz; oft fehlen eigentliche Steuerfedern; Schnabel stets gerade, spitz, ohne Haken.

Fam. *Colymbidae*, Steissfüsse. Schwimmhäute tiefgespalten, die Aussenzehe am längsten, Hinterzehe sehr kurz, mit Hautsaum (Fig. 383 b); Lauf seitlich zusammengedrückt, vorn und hinten scharfkantig; Schnabel höher als breit; Flügel kurz, Steuerfedern verkümmert. Vorzüglich tauchende, aber ungern fliegende, auf dem Boden sich mühsam auf dem Bauche fortschiebende Süsswasserbewohner. Nester aus Schilf auf dem Wasser schwimmend erbaut, Eier weiss. — *Colymbus cristatus* L., Haubensteissfuss.

§ 113. 2. Ordn. Longipennes, Seeflieger.

Flügel lang und spitz, Steuerfedern immer vorhanden und mittellang; mit Schwimmfüssen; Hinterzehe kurz, bisweilen verkümmert; Schnabel von Kopflänge, meist grade und an der Spitze mit einem Haken; Nasenlöcher ohne Scheidewand. Ausdauernde Flieger und gute Schwimmer, die meistens über und auf dem Wasser leben.

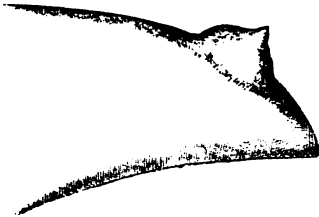


Fig. 391. Der Eizahn eines Vogels (aus MARSHALL).

Fam. *Laridae*, Möven (Fig. 393). Die schlitzförmigen Nasenlöcher an den Schnabelseiten; Mittelzehe länger als die Aussenzehe (Fig. 383 a). Tauben- und schwalbenähnliche Seeflieger von vorherrschend weisser Farbe, deren Mehrzahl die Seeküste bewohnt, sich von Fischen und Weichtieren, im Binnenlande auch von Würmern und Insekten nährt, jedoch auch Eier und Dunenjunge raubt und Aas nicht verschmäht. Sehr gesellig, namentlich zur Brutzeit; Nester frei auf dem Boden mit 3—4 buntgefleckten Eiern. — *Larus ridibundus* L., Lachmöve.



Fig. 392. *Aptenodytes patagonica* (aus BREHM).

§ 114. 3. Ordn. Steganopodes, Ruderfüsser.



Fig. 393. Schnabel einer Möve (aus LEUNIS).

Alle vier Zehen durch Schwimmhäute verbunden, Hinterzehe lang und nach innen gewendet (Fig. 383 c), Tarsen kurz; der starke Schnabel mit einer Seitenfurche. Teils Flieger von höchster Ausdauer, teils Taucher, von Fischen lebend. Nester bald auf Bäumen oder Felsen, bald im Sumpfe; Eier länglich, die bläulich gefärbte Schale meistens noch mit einem weissen Kalküberzuge; die Jungen sind Nesthocker.

Fam. *Phalacrocoracidae*, Flussscharben, Kormorane. Aussenzehe länger als die Mittelzehe, Hinterzehe ebenso tief angelenkt wie die vorderen, alle Zehen mit starken Krallen, Lauf höchstens so lang wie die Innenzehe; Schnabel mit scharfer, hakiger Spitze, an der Basis des Unterschnabels ein kleiner Hautsack; Flügel verhältnismässig kurz, Schwanz ziemlich lang; vorzügliche Schwimmer und Taucher auf grossen Binnengewässern; gefrässige Fischfresser. Nisten kolonienweise auf Bäumen. — *Phalacrocorax carbo* (L.), Kormoranscharbe.

§ 115. 4. Ordn. Lamellirostres, Zahnschnäbler.

Der mässig lange Schnabel mit weicher Haut bedeckt, nur an der Spitze mit länglicher Hornplatte (Nagel), die sich oft hakig über die Schnabelspitze herabbiegt; Schnabelränder mit einer Reihe querer Hornlamellen besetzt; Zunge fleischig, an den Seiten gefranst oder gezähnelt; Lauf kurz, vierzehig, zwischen den Vorderzehen vollständige Schwimmhäute, Hinterzehe klein, frei, höher angesetzt als

die vorderen; Flügel kurz oder mässig lang. Wasservögel aller Breiten, die sämtlich gute Schwimmer, manche auch Taucher sind. Geschlechter meist verschieden gefärbt. Den zahlreichen Eiern entschlüpfen die Jungen als Nestflüchter.

Fam. *Anatidae*, Enten. Schnabel breit und meist flachgedrückt, an der Wurzel breiter als hoch, Hornlamellen gegen die Schnabelspitze hin verkümmert, Nagel schmäler als letztere; Flügel angelegt nur bis zur Schwanzwurzel reichend. Krallen in die Schwimmhaut einbezogen. Die als Schwimmenten zusammengefassten Formen haben die Beine ungefähr in der Bauchmitte eingelenkt, tragen deshalb beim Gehen den Körper wagerecht; die Hinterzehe besitzt keinen Hautsaum. Bei den Tauchenten sitzen die Beine weiter hinten, sodass die Körperhaltung mehr aufrecht ist; an der Hinterzehe sitzt ein deutlicher Hautsaum. Immer geschlechtlich dimorph. Am Meer und Süsswasser, Nahrung Planzenteile und Samen, Würmer, Wasserinsekten, Fischlaich, Weich- und Krebstiere, Fische. Eier einfarbig grünlich. — *Anas boschas* L., Stockente.

Fam. *Anseridae*, Gänse. Schnabel an der Wurzel höher als breit, der Nagel so breit wie die Spitze, Hornlamellen reichen bis zu dieser. Lauf mindestens von der Länge der Innenzehe, Krallen frei vorstehend. Flügel angelegt wenigstens bis zur Schwanzspitze reichend. Geschlechtsdimorphismus selten. Wesentlich auf dem Lande, gute Läufer und Flieger; Nahrung wesentlich vegetabilisch. — *Anser anser* L. [*ferus* L.], Graugans.

§ 116. 5. Ordnung. Grallatores, Stelzvögel.

Hals meist lang; Schnabel vom Kopfe abgesetzt (Fig. 384 h). Die Beine sind durch Verlängerung des Tarsus als Watbeine gebildet, ihre Zehen am Grunde geheftet oder vollständig frei, bisweilen mit gelappten Hautsäumen (Fig. 383 f.), die Hinterzehe immer hochangesetzt, klein oder fehlend. Fast alle lieben das Wasser, indem sie sich an Küsten und Ufern oder im Sumpfe aufhalten; Erdbrüter und, mit Ausnahme der Kraniche, Nestflüchter; die vier Eier sind meist birnförmig und bunt.

Fam. *Charadriidae*, Regenpfeifer. Schnabel hart, grade, kurz, selten länger als der Kopf, welcher dick ist und grosse, etwas vortretende Augen hat; Vorderzehen der Laufbeine gewöhnlich nur halbgeheftet, Hinterzehe fehlt oder ist stummelig. Grossenteils am Meeresstrande, weniger an Binnengewässern oder in trocknen Gegenden. — *Vanellus vanellus* (L.) [*cristatus* Meyer], Kiebitz.

Fam. *Scolopacidae*, Schnepfenvögel. Der gewölbte mittelgrosse Kopf mit steilansteigender Stirn; Schnabel lang und dünn, biegsam, von weicher Haut überzogen, die namentlich an der Spitze sehr nervenreich ist; Fussbildung wechselt von gespaltenen Zehen bis zu solchen mit Schwimmhäuten (Fig. 383 g), Hinterzehe kurz oder fehlend. Alle leben am Wasser oder an feuchten Orten und nähren sich von kleinen Wirbellosen. Hierher gehören die Wasser- und Strandläufer, Pfuhlschnepfen, Brachvögel, Bekassinen u. a. m. — *Scolopax rusticula* L., Waldschnepfe.

Fam. *Otididae*, Trappen. Den kräftigen Laufbeinen fehlt die Hinterzehe, die vorderen sind kurz und ganzgeheftet; Schnabel kurz und grade, hühnerartig, am Grunde breit; Schwanz und Flügel mittellang, letztere zugerundet. Nur in weiten ebenen Steppen mit trocknem Boden; fast ausschliessliche Pflanzenfresser, nur in der Jugend insektivor; Nestflüchter. — *Otis tarda* L., Grosstrappe.

Fam. *Gruidae*, Kraniche. Hals und Schnabel lang; Lauf sehr lang, Zehen kurz, ganz- oder halbgeheftet, Hinterzehe vorhanden. Grosse Vögel, die auf offenen Flächen leben und neben Körnern und Grünem auch Kleintiere verzehren; sie brüten im unzugänglichen Sumpfe auf der Erde; die aus zwei gefleckten Eiern kommenden Jungen

sind kurze Zeit Nesthocker. — *Grus grus* (L.) [cinerea Bechst.), gemeiner Kranich.

Fam. *Rallidae*, Rallen. Flügel kurz, Schwanz sehr kurz; Zehen vollständig gespalten, mindestens die vorderen sehr lang, mit kräftigen Nägeln; oft Schreit- oder infolge gelappter Zehen Schwimmfüsse (Fig. 383 f); Schnabel kurz, seitlich zusammengedrückt. Am Wasser oder an sumpfigen Orten verborgen lebend, sind die Rallen zum Schreiten über schwankenden Boden gut befähigt, einige auch Schwimmer und Taucher; sie verzehren neben Vegetabilien auch Tiere aller Art, selbst kleine Warmblüter und legen ihre losen Nester teils auf der Erde, teils im Wasser schwimmend zwischen Rohr an; die Zahl der bunten Eier beträgt 4—12. — *Fulica atra* L., Blässhuhn.

§ 117. 6. Ordn. Gressores, Schreitvögel.

Schnabel lang, vom Kopfe kaum abgesetzt, durchaus hornig; Hals und Beine sehr verlängert, die Hinterzehe der Schreitfüsse in Höhe der vorderen angesetzt (Fig. 383 e). Am Meere, an Binnengewässern und in Sümpfen; auf dem Boden langsam schreitend, häufig im Wasser watend. Nester meist auf Bäumen, mit 3—5 meist einfarbigen, weissen oder blauen Eiern von spitzovaler, nie kegeliger Form. Nesthocker.

Fam. *Ciconiidae*, Störche. Schnabel hart und grade, ohne Längsfurche; Vorderzehen ganzgeheftet. Wenig gesellig; die fehlende Stimme wird durch Klappern mit dem Schnabel ersetzt; Nahrung Insekten, Weichtiere und kleine Wirbeltiere, vorzüglich Kaltblüter. — *Ciconia ciconia* (L.), weisser Storch.

Fam. *Ardeidae*, Reiher. Schnabelscheiden nach der Spitze zu fein gesägt, vor der Spitze mit einem Zahnausschnitte, vom Nasenloche bis zur Mitte eine Längsfurche; Lauf im Verhältnis zu den grossen Zehen kurz, Mittel- und Aussenzehe geheftet, erstere mit gezähnelter Kralle (Fig. 394); an den Seiten des sehr schmalen Rumpfes kissenartige Hautstellen mit Puderdunen besetzt, von denen sich ein feiner Staub ablöst; Hals Sförmig geknickt. Tag- und Nachtformen, die alle am Wasser leben und sich vorzugsweise von Fischen nähren. Horste auf hohen Bäumen, oft kolonieweise; Eier meist blau. — *Ardea cinerea* L., Fischreiher.

§ 118. 7. Ordn. Columbae, Tauben.

Schnabel kurz, gerade und dünn, weichhäutig, nur die Spitze hornig und sanft gebogen, in der Gegend der Nasenlöcher aufgetrieben, diese schlitzförmig und häufig von einer Falte überdeckt (Fig. 395). Lauf sehr kurz; Hinterzehe der Spaltfüsse mässig lang, auftretend (Fig. 383 l); Flügel lang und spitz. Vielfach gesellige, nur von Pflanzenstoffen lebende Vögel, die teils auf Bäumen hausen und Früchte verzehren, teils als Körnerfresser ihre Nahrung auf dem Boden suchen. Nester auf Bäumen oder in Höhlen, stets sehr locker; die zwei Eier reinweiss. Die Jungen sind Nesthocker und werden von den Alten mit einer käsigen Absonderung des Kropfes gefüttert. — *Columba palumbus* L., Ringeltaube.

§ 119. 8. Ordn. Rasores, Scharrvögel.

Von gedrungenem Körper, mit stämmigen Scharrfüssen (Fig. 383 i) und kurzen muldenförmigen Flügeln. Vorderzehen ganz geheftet, Mittelzehe stark verlängert, Hinterzehe stets vorhanden, hoch angesetzt; bei den Männchen häufig 1—2 Sporen hinten am Lauf; Schnabel kürzer als der Kopf, etwas gebogen, mit übergreifenden Rändern des Oberschnabels, Nasenlöcher nahe der Wurzel unter einem häutigen Deckel (Fig. 396). Bewegung wesentlich laufend, daher Bodenvögel, die ihre gemischte Nahrung durch

Scharren aufdecken. Von geselliger Lebensweise sind sie meist polygame Erdbrüter; Gelege eierreich, die Jungen Nestflüchter.

Fam. *Phasianidae,* Fasanen. Hinterzehe kürzer als die Innenzehe ohne Nagel, Lauf hoch, meist gespornt; Nasenlöcher von einer nackten Haut bedeckt; am Kopfe oft nackte, lebhaft gefärbte Stellen und Hautlappen; die Männchen viel grösser und

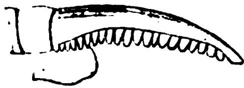


Fig. 394. Gezähnelte Kralle eines Reihers.

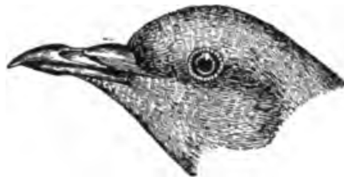


Fig. 395. Kopf der Ringeltaube (aus REICHENOW).

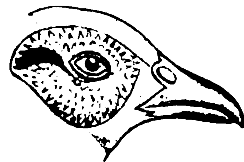


Fig. 396. Kopf von *Phasianus colchicus* (nach REICHENBACH).

prachtvoller gefärbt als die Weibchen. In bewaldeten Gegenden oder Steppen in Völkern zusammen; die Paarung vielfach mit Balz. — *Phasianus colchicus* L., Jagdfasan.

Fam. *Tetraonidae,* Rauhfusshühner. Läufe, oft auch die Zehen befiedert, letztere an den Seiten mit Hornstiften besetzt (Fig. 397); Decke der Nasenlöcher befiedert. Bei der Mauser werden auch die Zehenstifte, Krallen und die Schnabelscheide gewechselt. Die Nahrung besteht ausser Gesäme und Insekten vorzugsweise aus Knospen und Beeren. Fortpflanzung mit lebhafter Balze; Nester stets auf der Erde; Eier auf bräunlichem Grunde dunkelgefleckt. — *Tetrao urogallus* L., Auerhuhn.

§ 120. 9. Ordn. **Accipitres,** Raubvögel.

Innen- und Hinterzehe stark entwickelt, länger als die stets nach vorn gewachsene Aussenzehe, alle Krallen lang und gekrümmt, spitz. Schnabel kräftig, mit hakenförmig herabgebogener Spitze, seine Wurzel von einer weichen, die freien Nasenlöcher einschliessenden Wachshaut umgeben. Schwingen und Steuer lang und starkfedrig. Stets ein Kropf vorhanden. Ernährung nur animalisch oder coprophag; die Nester meistens frei auf Bäumen oder Felsen; Nesthocker.

Fam. *Falconidae,* Falken.

Zügelgegend des Kopfes fast immer mit borstenartigen Federn besetzt; Füsse in der Regel halbgeheftet, die Kralle der Innenzehe am stärksten; Schnabel hoch und kurz. Alle nähren sich von selbsterlegter Beute, doch verschmähen einzelne auch Aas nicht. 1. Unterfam. *Falconinae,* Edelfalken. Schnabel stark, im Oberkiefer jederseits mit einem scharfen Zahn vor der Spitze und entsprechenden Ausschnitten' im Unterkiefer (Fig. 384 e); die langen, spitzen Flügel erreichen das Schwanzende. Fangen ihren lebendigen, aus Warmblütern und Insekten bestehenden Raub im Fluge; Eier von rostbrauner Grundfarbe mit dunklerer Fleckenzeichnung. — *Falco tinnunculus* L., Turmfalk. 2. Unterfam. *Milvinae,* Milane. Füsse ungeheftet, Zehen und Läufe sehr kurz, Schwanz lang, ausgerandet. Fischnahrung wird bevorzugt. *Milvus milvus* (L.), roter Milan. 3. Unterfam. *Buteoninae,* Bussarde. Mittel- und Aussenzehe geheftet; Füsse und Zehen verhältnismässig länger, Kopf dicker, Schwanz kürzer als bei den Milanen. Nahrung vorzugsweise Säugetiere. Hierzu auch die Adler. *Buteo buteo* (L.), Mäusebussard. 4. Unterfam. *Accipitrinae,* Ha-

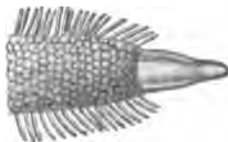


Fig 397. Zehe von *Tetrao* von unten (nach REICHENBACH).



Fig. 398. Kopf und Fuss des Uhus (aus LEUNIS).

bichte. Durch langen Lauf und Schwanz bei kurzen Flügeln unterschieden. Leben nur von selbstgefangenen Wirbeltieren; Eier rein weiss oder auf weissem Grunde braungefleckt. — *Astur palumbarius* (L.), Hühnerhabicht.

§ 121. 10. Ordn. Striges, Eulen.

Bei kurzem Körper ist der Kopf gross mit nach vorn gerichteten sehr grossen Augen, die ein strahliger Federkranz („Schleier") umgibt (Fig. 398). Schnabel von der Wurzel an hakig gekrümmt. Die Aussenzehe beliebig nach vorn oder hinten zu wenden (Fig. 398); Läufe und Zehen meist befiedert, Krallen äusserst spitz; Gefieder sehr gross und weich, die Strahlen an der Aussenfahne mindestens der 1. Schwungfeder hakig nach aussen gebogen. Ohröffnung durch eine häutige Klappe verschliessbar; kein Kropf. Nachtraubvögel, die meist in Höhlen brüten, und rein weisse Eier von kugeliger Form legen; die Jungen sind Nesthocker. — *Asio accipitrinus* (Pall.), Sumpfohreule.

§ 122. 11. Ordn. Coccygomorphae, Kuckucksartige.

Schnabel oft gross bis ungeheuerlich, dann aber das Knochengefüge sehr leicht und schwammig, ohne Wachshaut; Zunge klein, flach. Füsse bald gewöhnlich, bald paarzehig. Die meisten leben in Wäldern, nisten in Baumhöhlen und verzehren Insekten. Nesthocker. Hierher werden die Kuckucke, Eisvögel, Bienenfresser, Blauracken, Wiedehopfe und Spechte gerechnet.

Fam. *Cuculidae*, Kuckucke. Schnabel seitlich zusammengedrückt, an der Spitze hakig gebogen; Aussenzehe der kurzen schwachen Füsse nach hinten gerückt; Schwanz und Flügel lang. Tier-, zumal Insektenfresser, die teils selbst brüten, teils Brutschmarotzer sind. — *Cuculus canorus* L., Kuckuck.

Fam. *Alcedinidae*, Eisvögel. Gestalt gedrungen, mit kurzem Hals, dickem Kopf und langem, gradem, spitzem Schnabel; Lauf ganz kurz, Innenzehe mit einem Gliede,

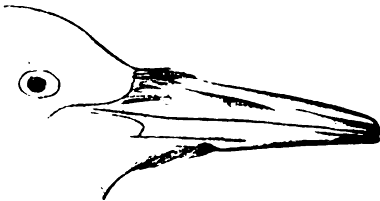


Fig. 399. Kopf des Schwarzspechts (nach REICHENBACH).

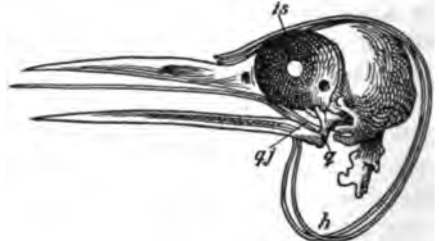


Fig. 400. Schädel eines Spechts. *h* Zungenbein, *is* Interorbitalseptum, *q* Quadratum, *qj* Quadratojugale (aus GOETTE).

Aussenzehe mit drei Gliedern an die Mittelzehe gewachsen. Prächtig metallisch gefärbte, sehr ungesellige Vögel, die überwiegend von Fischen leben, in Höhlen brüten und rein weisse, glänzende Eier von Kugelform legen. — *Alcedo ispida* L., Eisvogel.

Fam. *Picidae*, Spechte. Der starke, keilförmige Schnabel läuft am Ende in eine Schneide aus; die lange, wurmförmige Zunge trägt an der Spitze Widerhäkchen und kann weit hervorgeschnellt werden infolge mächtiger Entwicklung der Zungenbeinhörner, die sich von hinten her oben über den Schädel legen (Fig. 400). An den kräftigen Kletterfüssen (Fig. 383 p) der Lauf kürzer als die Mittelzehe, die Aussenzehe die längste und nach hinten gerichtet, während die Hinterzehe verschwinden kann. Der keilförmige Schwanz, aus sehr steifen Federn gebildet, wird beim Klettern zum Anstemmen benutzt. Die Spechte klettern an Baumstämmen und hacken ihre meist aus Insektenlarven bestehende Nahrung aus dem Holze, während einige auf der Erde die Ameisenwohnungen ausbeuten, doch werden auch Samen und Beeren verzehrt. Sie

brüten in Höhlen, die sie in kranken Bäumen ausmeisseln; die Eier sind spitzoval und weiss. — *Dendrocopus major* (L.), grosser Buntspecht.

§ 123. 12. Ordn. **Macrochires**, Langschwinger.

Beine ganz kurz und schwach, die Kralle der Hinterzehe stets am kürzesten. Flügel unverhältnismässig lang, der Oberarm ganz kurz, die Hand länger als der Unterarm. Jeder Ast des Unterkiefers in zwei gelenkig verbundene Stücke geteilt. Insektenfresser, die ihre Beute in andauerndem Fluge erhaschen. Nesthocker.

Fam. *Caprimulgidae*, Nachtschwalben. Nachtvögel mit eulenartig weichem Gefieder, flachem Kopf, ganz kurzem schwachem Schnabel, aber sehr weitgespaltener Mundöffnung (Fig. 48). Vorderzehen geheftet, die mittlere sehr lang, mit gekrümmter Kralle (Fig. 383m). Sitzen bei Tage der Länge nach auf Aesten und Stämmen schlafend, deren Rinde ihr Gefieder täuschend ähnlich gezeichnet ist. Die zwei fast walzigen Eier werden auf die blosse Erde gelegt. — *Caprimulgus europaeus* L., Ziegenmelker.

Fam. *Cypselidae*, Segler. Schwalbenähnliche Vögel mit starkbekrallten Klammerfüssen (Fig. 383n) und sehr langen, säbelartig gekrümmten Handschwingen. Tagvögel mit reissend schnellem Fluge. Bauen in Fels- und Baumlöchern ein loses Nest aus Halmen und Federn, die mit dem klebrigen Speichel verkittet werden; die nur aus Speichel errichteten essbaren Vogelnester rühren von den Salanganen Südasiens her. — *Cypselus apus* (L.), Mauersegler.

§ 124. 13. Ordn. **Passeres**, Singvögel.

Vorderseite des Laufes von einer Anzahl Horntafeln umschlossen, die vollständig zu einer Stiefelschiene verwachsen können, Hinterseite jederseits mit einer ungeteilten Längsschiene bekleidet; Füsse als Hüpffüsse gebildet. Zehn Handschwingen, die 1. höchstens halb so lang wie die 2., oft verkümmert. Syrinx mit Singmuskeleinrichtung. Alle sind Nesthocker.

Fam. *Hirundinidae*, Schwalben. Kopf flachgedrückt mit grossen Augen; Füsse sehr klein; sehr lange spitze Flügel mit neun Handschwingen, da die 1. fehlt, und sehr kurzen Armschwingen; Schnabel ganz kurz und flach, weitgespalten. Andauernd fliegende Insektenfresser, die ihre Nester entweder aus Lehm mit Speichel verkittet an Felsen, Häuser, Bäume anbringen oder sich Nisthöhlen ausgraben oder in Felsen, in der Regel gesellig, brüten. Eier rein weiss oder rotbraun gefleckt. — *Hirundo rustica* (L.), Rauchschwalbe.

Fam. *Muscicapidae*, Fliegenschnäpper. Schnabel mittellang, flach und breit, mit kleinem Haken an der Spitze und seichter Auskerbung davor; zehn Handschwingen. Verzehren fliegende Insekten, die sie von einer Warte aus im Fluge wegschnappen. — *Butalis grisola* (L.), grauer F.

Familie *Laniidae*, Würger. Schnabel kräftig und hoch, seitlich zusammengedrückt, mit starkem Zahnvorsprung und Haken wie bei den Edelfalken (Fig. 401), seitlich am Grunde mit Borsten. Läufe und Füsse kräftig, mit starken Krallen. Verzehren Insekten, die sie wie die Fliegenfänger erhaschen, aber auch kleine Wirbeltiere bis zur Feldmaus, die sie oft an Dornen anspiessen. — *Lanius excubitor* (L.), grosser Raubwürger.

Fam. *Corvidae*, Raben. Grosse Singvögel mit kräftigem, schwach gebogenem oder gradem Schnabel, dessen Oberkiefer bisweilen einen schwachen Haken und seichte Zahnauskerbung hat; Nasenlöcher von vorwärts gerichteten Borsten bedeckt (Fig. 402). 1. Schwinge wesentlich länger als die Handdecken; Füsse stämmig; Gang schreitend. Omnivore, vielfach auch kleine Wirbeltiere raubende, über die ganze Erde verbreitete

Singvögel, die ihre meist freistehenden Nester nicht selten kolonieweise anlegen; Eier auf grünlichem Grunde bräunlich gefleckt. — *Corvus corone* L., Rabenkrähe.

Fam. *Oriolidae*, Pirole. Schnabel rabenähnlich, aber Nasenlöcher frei; Lauf sehr kurz, an Länge der Mittelzehe nachstehend; keine Borsten am Mundwinkel. — *Oriolus galbula* L., Pirol.

Fam. *Sturnidae*, Staare. Schnabel gewöhnlich pfriemenförmig; Nasenlöcher frei; 1. Schwinge wesentlich kürzer als die Handdecken; Flügel spitz. Sehr gesellige, in Höhlen und gesellschaftlich nistende Vögel. Leben von Kleintieren, Früchten und Beeren. Eier hellblau. — *Sturnus vulgaris* L., gemeiner Staar.

Fam. *Fringillidae*, Finken. Kleine Vögel mit kurz-kegeligem, in der Regel in eine gerade Spitze auslaufendem Schnabel; wegen Verkümmerung der ersten nur neun Handschwingen. Nähren sich von Samen, besonders von ölreichen, im Frühjahr daneben von Kerbtieren, im Herbste von Beeren und Früchten; dagegen werden die Jungen wesentlich mit Insekten aufgezogen. Nester aus Halmen und Fasern zierlich geflochten; meist fünf auf hellfarbigem Grunde gefleckte und gekritzelte Eier. Hierzu die Unterfam. 1. *Fringillinae*, echte Finken. Schnabelscheide verläuft vom Schnabelwinkel bis zur Spitze grade oder schwach gebogen; um den Schnabelgrund keine Borsten. — *Passer domesticus* (L.), Haussperling. 2. *Pyrrhulinae*, Gimpel. Schnabel kurz und hoch, Schneide grade, Basis von kurzen Borstenfedern umstellt. — *Loxia curvirostra* L., Fichtenkreuzschnabel. 3. *Emberizinae*, Ammern. Schnabelschneide hinten winklig geknickt (Fig. 384 c), in der Mundhöhle ein Gaumenhöcker. — *Emberiza citrinella* L., Goldammer.

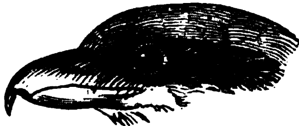


Fig. 401. Kopf von *Lanius excubitor* (aus RITZEMA BOS).

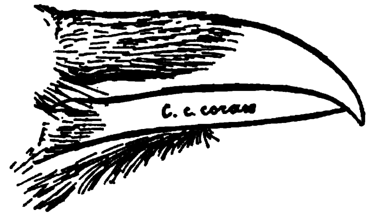


Fig. 402. Schnabel des Kolkraben (aus HARTERT).

Fam. *Motacillidae*, Bachstelzen. Körperform sehr schlank und hochbeinig, Kralle der Hinterzehe wenigstens so lang wie deren Grundglied; drittletzte Armschwinge fast so lang wie die Handschwingen. Laufende Bodenvögel, die das Wasser lieben, sogar am Seestrande vorkommen; Nester auf oder nahe der Erde. — *Motacilla alba* L., weisse Bachstelze.

Fam. *Alaudidae*, Lerchen. Körperform gedrungen, mit kurzen Füssen, deren Hinterkralle sehr lang, oft spornartig ist; Schnabel bald pfriemen-, bald kegelförmig; 1. Handschwinge kurz oder fehlend. Bodenvögel, wesentlich in Steppen und Wüsten; die Männchen steigen beim Singen senkrecht in die Höhe. Nahrung Insekten, grüne Pflanzenteile und Samen; die losen Nester stehen in Erdvertiefungen. — *Alauda arvensis* L., Feldlerche.

Fam. *Certhiidae*, Baumläufer. Zehen lang, mit schlanken Krallen bewehrt, Schnabel stets ohne Haken und Zahnauskerbung, in der Form wechselnd; alle zehn Handschwingen vorhanden. Waldbewohner, die nach Spechtart an Bäumen und Felsen klettern, aber hierbei nicht alle den Schwanz zum Anstemmen benutzen. Nahrung ausser Insekten auch Sämereien, deren Schale sie aufhacken. Nester in Höhlen und Spalten, Eier auf weissem Grunde rötlich bis schwarzbraun gefleckt. — *Certhia familiaris* L., Baumläufer.

Fam. *Paridae*, Meisen. Zehen kurz, am Grunde verwachsen; Schnabel sehr kurz, kegelförmig, mit einfacher Spitze; Nasenlöcher von Borsten überdeckt, Flügel

kurz und stumpf, Gefieder weich und zerschlissen. Muntere klettergewandte Baumvögel, die von Insekten und deren Eiern, sowie von Samen leben, deren Hüllen sie mit dem Schnabel spalten. Nester in Höhlungen; Schwanz- und Beutelmeise bauen auf künstliche Weise freie, oben überwölbte Nester, Eier wie die der Baumläufer, bis zu zwölf im Gelege. — *Parus major* L., Kohlmeise.

Fam. *Timeliidae*, Lärmdrosseln. Von Gestalt den Sängern ähnlich, aber in den meistens kurzen und runden Flügeln die erste Schwinge länger als die Hälfte der zweiten; Schnabel mit einfacher Spitze; Läufe länger als die Mittelzehe; Gefieder weich, besonders auf dem Bürzel lang und wollig. Baum- und Bodenvögel, die von Insekten etc., weichen Früchten und Beeren leben; die Wasserstaare *(Cinclus)* sind Taucher an Gebirgsbächen. — *Anorthura troglodytes* (L.) [*Troglodytes parvulus* Koch], Zaunkönig.

Fam. *Sylviidae*, Sänger. Die vollkommensten Singvögel; in den spitzen Flügeln die erste Handschwinge wesentlich kürzer als die Hälfte der zweiten. Schnabel pfriemenförmig, mit sehr seichter Auskerbung vor der Spitze (Fig. 384 d). Bewohner lichter Gehölze, seltener des dichten Hochwaldes, nähren sie sich von Insekten, im Herbst vorzugsweise von Beeren; Nester fast immer offene Näpfe inmitten von Gezweig und Halmen. Höchste Gesangsleistung. 1. Unterfam. *Sylviinae*, Grasmücken. Hornbedeckung des Laufes vorn in 4—6 Tafeln geteilt, Gefieder der alten und jungen Vögel nicht wesentlich verschieden gezeichnet; doppelte Mauser im Frühling und Herbst. Leben hauptsächlich in Baumkronen, Gebüsch und Hecken. Hierzu gehören Braunellen, Grasmücken, Rohr- und Laubsänger. — *Sylvia atricapilla*, Plattmönch. 2. Unterfam. *Turdinae*, Erdsänger. Vorderseite des Laufes bei den Erwachsenen gestiefelt, d. h. von einer ungeteilten Hornschiene bedeckt; junge Vögel von den alten durch geflecktes Gefieder unterschieden. Bewegen sich zur Nahrungssuche vorzugsweise hüpfend auf dem Boden; Angehörige sind die Drosseln, Steinschmätzer, Rotkehlchen und Nachtigallen. — *Turdus pilaris* L., Krammetsvogel.

6. Klasse. **Mammalia.** Säugetiere.

§ 125. Allgemeines. Gleichwarme, zwei Gelenkhöcker des Hinterhauptbeines besitzende, in der Regel mit Haaren bedeckte Amnioten, die ihre meist lebendig geborenen Jungen mit dem Sekrete von Milchdrüsen eine Zeitlang säugen.

In schroffem Gegensatze zu der Einförmigkeit, welche die ganze äussere und innere Organisation der Vögel beherrscht, weist die Klasse der Säugetiere darin die stärksten Unterschiede auf. Diese werden veranlasst einmal durch die Anpassung an das bewohnte Medium — Erde, Wasser, Luft, woraus ganz verschiedene Ausbildung der Bewegungsorgane entspringt, zweitens durch die Art der Ernährung, auf die sehr abweichende Formen des Gebisses und selbst des Darmkanals zurückgehen, endlich bietet die Körperbedeckung mancherlei Unterschiede dar, und im Bau der Geschlechtsorgane wie in der Embryonalentwicklung tritt eine Mannigfaltigkeit von Erscheinungen auf, wie sie nur ein frühzeitig platzgreifendes Auseinanderweichen der einzelnen stammesgeschichtlichen Aeste und Zweige erwachsen lassen konnte. Zufolgedessen greifen die Unterschiede der systematischen Rangstufen viel schärfer durch, und diese sind leichter zu kennzeichnen als bei den Vögeln.

Die Haut zeichnet sich durch die als Haare bezeichneten Epidermoidalgebilde aus, die auf ernährenden Kutispapillen in kleinen Follikeln, den Haarbälgen, entstehen und mit dem als Schaft bezeichneten Oberteile hervorragen (Fig. 35). Man unterscheidet die feineren weichen, gewöhnlich eine kurze, feinfilzige Decke bildenden Woll-

haare und die zerstreuter stehenden steifen Stichelhaare oder Grannen, die sich zu harten langen Borsten und Stacheln (Igel, Stachelschwein) verstärken können. Bei den Seekühen und Walen geht das Haarkleid bis auf geringe Reste am Kopfe verloren. Durch glatte und quergestreifte Muskeln können einzelne Haare bewegt, wie auch das ganze Haarkleid gesträubt werden. Auch Schuppenbildungen sind nicht selten, z. B. auf dem Schwanze des Bibers und der echten Mäuse; am weitesten ausgebildet sind die grossen Schuppen, die dachziegelartig den ganzen Körper des Schuppentiers *(Manis)* bedecken. Epidermoidalbildungen sind ferner die Hornscheiden der hohlhörnigen Wiederkäuer, und des Rhinozeros sowie Krallen, Nägel, Klauen, Hufe an den Zehenspitzen. Dagegen entstehen die gürtelähnlich gereihten Panzerplatten der Gürteltiere aus Kutisverknöcherungen. Hautdrüsen sind reichlich vertreten, namentlich als kleine Talg- und Schweissdrüsen und besondere, meist aus ersteren hervorgegangene grössere Drüsen, die, auf bestimmte Körperstellen beschränkt, meist zur Fortpflanzung in Beziehung stehen, z. B. die Milchdrüsen, die Brunstfaltendrüsen am Kopfe der Wiederkäuer, die Weichendrüsen der Wasserratte, die Bibergeilsäcke an der Vorhaut des Bibers (Fig. 425); besonderen Zwecken des Schutzes dienen die Beindrüsen geselliger Huftiere und die Afterdrüsen der Marder.

Das Skelett (Fig. 403) besteht aus schweren markhaltigen oder massiven Knochen. Der Ausdehnung des Gehirns entsprechend ist der Schädel (Fig. 404, 405) eine geräumige Kapsel, deren einzelne Knochen weniger miteinander verwachsen als durch ineinandergreifende Fortsätze längs der berührenden Kanten (Nähte) in sehr fester Verbindung stehen. Durch die Ausdehnung der Hirnkapsel wird der Gesichtsschädel nach unten und hinten gedrängt, was ebenso wie das Vorrücken der Augenhöhlen von der Seite nach vorn bei den Vierhändern (Fig. 404 III) den Gipfelpunkt erreicht. An der Bildung des Gesichtsschädels werden in hohem Grade die Oberkieferbeine beteiligt, da sie sich nicht nur sehr weit nach vorn strecken (beim Menschen bis zu völliger Verdrängung der Intermaxillaria) sondern auch nach oben wachsen, sodass die Nasenbeine ganz nach der Mittellinie zusammengeschoben werden (Fig. 405). Vermittelst horizontaler Seitenplatten stellen die Maxillaria endlich ein hartes Gaumendach her, das Mund- und Nasenhöhle vollständig trennt. Ferner bildet jedes Maxillare durch Vermittlung des Jochbeins mit einer vorderen Verlängerung des Schuppenbeins — nicht des Quadratums, wie bei den Vögeln — einen kräftigen Jochbogen und entsendet sogar bei Huftieren und Vierhändern (Fig. 404 II u. III) einen oberen Fortsatz zum Stirnbein, der Augenhöhle und Schläfengrube von einander trennt; bei den Raubtieren ist dagegen diese Knochenverbindung unvollständig (Fig. 404 I) und bei den Nagern (Fig. 422) fliessen beide Gruben ganz ineinander. Ferner sind manche Knochengruppen behufs Verfestigung des für mechanische Arbeit sehr beanspruchten Schädelgefüges miteinander verschmolzen, z. B. die vier ursprünglichen Occipitalia zu einem Ringe, der nach oben zwischen die Scheitelbeine einen Fortsatz, die Hinterhauptsschuppe, schiebt (Fig. 405). Ferner sind die Gehörkapselknochen (Otica) zum Felsenbein (Petrosum) verschmolzen, und dies geht einerseits wieder mit dem Schuppenbein Verbindung ein, andrerseits mit dem Tympanicum, indem Felsenbein und Tympanicum einen Knochenring darstellen, in dem das Trommelfell ausgespannt ist. Völlig verändert ist auch die Verbindung der in sich einheitlichen Unterkieferhälften mit dem Oberschädel. Schon in der Embryonalentwicklung trennt sich nämlich vom MECKELschen Knorpel (vgl. S. 173) das Quadratum ab, nicht aber um als Gelenkglied zwischen jenen Schädelhälften zu dienen, sondern um als einer der drei Gehörknöchelchen (Fig. 81), als Ambos, in das Mittelohr zu rücken und mit ihm ein anderes Teilstück, das zum Hammer wird; der obere Abschnitt (Hyomandibulare) des Zun-

genbeinbogens endlich, an dem bei den Fischen der Unterkiefer aufgehängt ist, geht ebenfalls in die Paukenhöhle als **Steigbügel**. Somit bleibt von der Unterkieferanlage nur ein Knochen, das **Zahnbein** (Os dentale) übrig, das jede Hälfte bildet

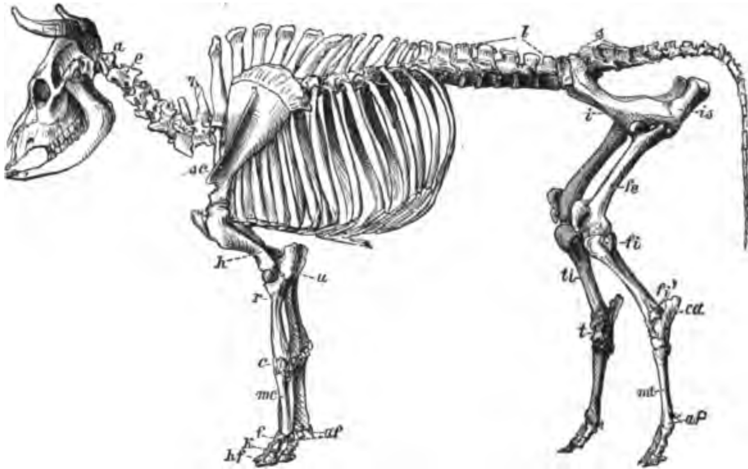


Fig. 403. Skelett des Rindes. *a* Atlas, *e* Epistropheus, *sc* Schulterblatt, *h* Oberarm, *r* Radius, *u* Ulna, *c* Handwurzel, *mc* Mittelhand, *f* erstes, *k* zweites, *hf* drittes Fingerglied, *af* Afterklauen, *l* Lendenwirbel, *s* Sacralwirbel, *i* Hüftbein, *is* Sitzbein, *fe* Oberschenkel, *ti* Tibia, *fi* Fibula, *ca* Sprungbein, *t* Fusswurzel, *mt* Mittelfuss, *7* siebenter Halswirbel (aus ECKSTEIN).

und nun ohne alle Zwischenglieder mit dem Schuppenbein eine Gelenkverbindung eingeht (Fig. 404, I und III); diese ist bei den Raubtieren sehr fest, bei den Wiederkäuern und vollends bei den Nagern viel freier. Bei den Einhufern, Fledermäusen und Affen verwachsen die Unterkieferhälften am Kinn miteinander.

In der **Wirbelsäule** ist die Regionenbildung sehr deutlich; die Zahl der Wirbel in ihnen, mit Ausnahme des Schwanzteiles, schwankt wenig; in der Halsregion sind es fast immer, unabhängig von der Halslänge, sieben. Zwischen die gewöhnlich ebenen Flächen der Wirbelkörper sind elastische Bandscheiben gelagert. An dem langgestreckten, schmalen, aus zahlreichen Stücken zusammengesetzten Brustbeine heften sich die vorderen Rippen durch Knorpelstücke direkt an (wahre Rippen), während die hinteren als falsche es nicht erreichen (Fig. 406). Zu dem stets ausgebildeten vorderen Gürtel pflegen Schlüsselbeine nur dann zu gehören, wenn die vorderen Gliedmassen zum Greifen oder Fliegen dienen, während sie Läufern, wie Huf- und Raubtieren, und den Walen fehlen. Das Coracoid ist fast immer auf einen Fortsatz des Schulterblattes verkleinert. Der Beckengürtel ist bei den Walen und Seekühen entsprechend dem Fehlen der Hinterbeine bis auf einen Rest geschwunden, sonst

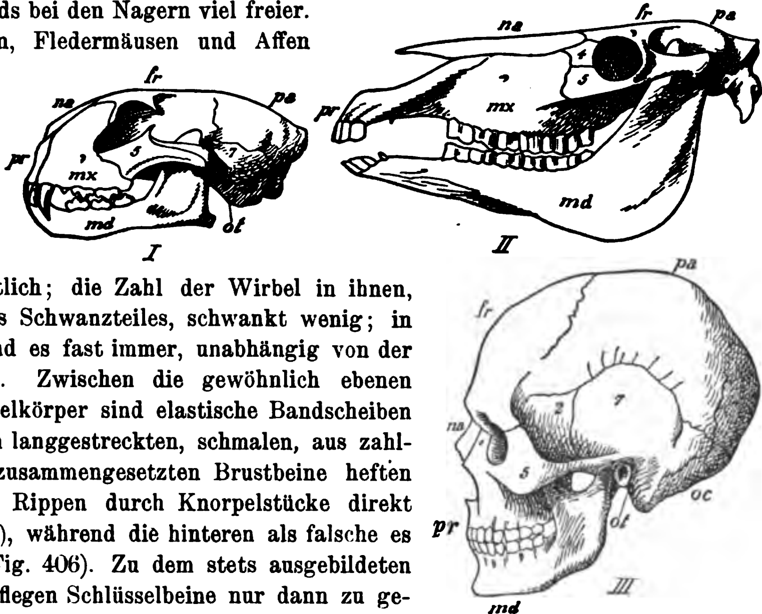


Fig. 404. Schädel der Katze (*I*), des Pferdes (*II*) und des Menschen (*III*). *fr* Stirnbein, *md* Unterkiefer, *mx* Oberkiefer, *na* Nasenbein, *oc* Hinterhauptsbein, *ot* Felsenbein, *pa* Scheitelbein, *pr* Zwischenkiefer, *2* Alisphenoid, *4* Tränenbein, *6* Jochbein, *7* Schuppenbein (aus GOETTE).

durch die Hüftbeine eng mit dem Kreuzbein verwachsen; die Schambeine treten in der Schambeinfuge zusammen. Grundform der Gliedmassen ist der fünfzehige, mit der ganzen Sohle auftretende Fuss in der ursprünglichen Gliederung; die Elle des Armes hat einen das Gelenk hinten überragenden Fortsatz (Olecranon) als Ansatzpunkt der Streckmuskeln, die Speiche ist bei Greifhänden entweder (Fig. 407 A) der Elle parallel und die Handfläche nach vorn gekehrt (Supination) oder der im Ellbogen drehbare Radius legt sich in Pronationsstellung schräg über die Elle, sodass die Handfläche nach hinten zeigt (Fig. 407 B). Am Hinterbein findet sich eine Kniescheibe und ein Sprungbein als hintere Verlängerung des Fusses. Aus diesem plantigraden Fuss der Sohlengänger (Bären, Marder, Eichhorn, Mensch) entwickelt sich der digitigrade der Zehengänger (Hunde, Katzen) die nur mit den Zehengliedern auftreten, während sich bei den zur Kletter- und Greifhand entwickelten Extremitätenenden der Affen der Daumen freimacht, der den übrigen

Fig. 405. Schädel des Hundes. *A* von oben, *C* von unten. *Occ.bas.* Basioccipitale, *Cav.gl* Gelenkgrube des Schuppenbeins für den Unterkiefer, *Cho* Choanen, *C.occ* Gelenkhöcker, *Jg* Jochbein, *Jm* Zwischenkiefer, *L* Tränenbein, *M* Oberkiefer mit Foramen infraorbitale (*Finf*), *N* Nasenbein, *P* (in *A*) Scheitelbein, *P* (in *C*) Gaumenbein, *Pjt* Jochbogenfortsatz des Schuppenbeins, *Pt* Flügelbein, *Sph* Alisphenoid, *Sph1* Basisphenoid, *Sq* Schuppenbein, *Sq.occ* Hinterhauptsschuppe, *T* Tympanicum, *Vo* Pflugscharbein (aus WIEDERSHEIM).

Fig. 406. Brustbein vom Menschen. *C* Körper, *Mb* Griff, *Pe* Schwertfortsatz (aus WIEDERSHEIM).

Fig. 407. Die Knochen des rechten menschlichen Vorderarmes. *A* Drehung der Handfläche nach oben (Supinatio), *B* Drehung derselben nach unten (Pronatio). *h* Oberarm, *r* Speiche, *u* Elle (aus HAYEK).

Fingern entgegengestellt werden kann. Bei den Huftieren endlich passen sich die Beine der einseitigen Laufbewegung dadurch an (Fig. 403), dass sich Elle und Wadenbein distal zurückbilden, der zweite Beinabschnitt also einachsig wird, ferner die Mittelhand und Mittelfussknochen verlängern, und dass endlich die Phalangen unter Ver-

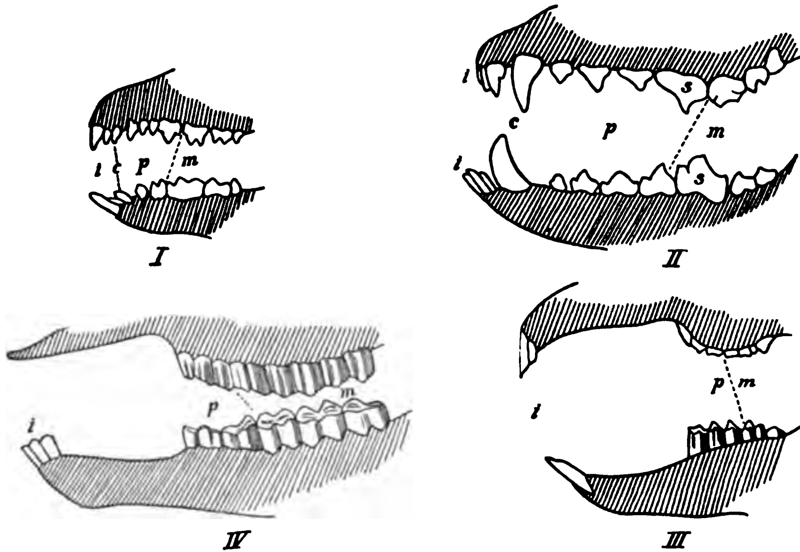


Fig. 408. Gebiss des Igels (*I*), Hundes (*II*), Hasen (*III*) und Schafes (*IV*). *c* Eckzähne, *i* Schneidezähne, *p* Prämolaren, *m* Molaren, *s* Reisszähne (aus GOETTE).

breiterung der Krallen zu Hufen bis auf eine Zehe (Einhufer) schwinden können (Fig. 113). Hierzu bietet die Flosse der Wale das Gegenstück mit platten, gegenseitig ungelenkigen Knochen, verkürztem Ober- wie Unterarm und Vermehrung der Zahl von Zehen und Phalangen (Fig. 433). Einseitige Sonderanpassung ans Graben oder Fliegen verrät auch das Skelett des Vorderarmes beim Maulwurf (Fig. 91) und den Fledermäusen (Fig. 420).

Die Verdauungsorgane beginnen mit fleischigen Lippen. Einen Zahnbesatz weisen nur noch Unter-, Ober- und Zwischenkieferknochen auf, doch kann er bei den Edentaten ganz wegfallen, bei den Seekühen durch Hornplatten, bei vielen Walen durch Barten ersetzt werden. Alle Zähne sind in Alveolen eingekeilt, lassen meistens einen über das Zahnfleisch hinausragenden Teil als Krone von der versteckten Wurzel unterscheiden; erstere ist mit Schmelz, letztere mit echtem Knochengewebe (sog. Zement) überzogen und kann mehrfach geteilt sein.

Solche Zähne heissen Wurzelzähne im Gegensatz zu wurzellosen (Fig. 429). Erstere haben mit der Erreichung ihrer Form das Wachstum abgeschlossen, letztere wachsen von dem unten weit offenen Grundteile her beständig nach; solcherart sind die Schneidezähne der Nager, Hauer des Ebers, Backzähne der Pferde. Wenn der Schmelzüberzug faltenartig in das Dentin eindringt, auf der Kaufläche aber häufig abgeschliffen ist und das Dentin freilässt, spricht man von schmelzfaltigen Zähnen; hierbei können die Falten wieder äusserlich von Zement ausgefüllt sein: Backzähne der Wiederkäuer und Nager (Fig. 423). Während das Gebiss der anderen Wirbeltiere aus wesentlich gleichartigen, nur zum Packen und Halten der Beute dienenden Zähnen besteht, homodont ist, entstehen bei den Säugern infolge Uebernahme gesonderter Verrichtungen mehrere Gruppen verschiedenartig geformter Zähne: heterodontes Gebiss (Fig. 408). Es gibt dann Schneidezähne (Dentes incisivi) im Zwischenkiefer, die zum Abbeissen der Nahrung dienen und deshalb meissel-

ähnlich gestaltet sind, dann folgen zu einem in jedem Kiefer die Eckzähne (D. canini) von Kegelform, zum Packen der Beute oder als Waffen, endlich die durch breite, höckerige bis wulstige Kronen zum Zermahlen der Bissen geeigneten Backzähne (Molaren), deren man vordere Lückzähne (D. praemolares) und hintere Mahlzähne (D. molares) unterscheidet. Auch der Eckzahn ist nur als ein besonders ausgebildeter Prämolar zu betrachten. Bei sehr verschiedener Ausbildung der Backzähne eines Gebisses, wie bei den Raubtieren, werden ein besonders hoher scharfhöckeriger Backzahn als Reisszahn, die hintersten kleinen und flachen Molaren auch als Postmolaren bezeichnet. Es treten wesentlich folgende Gebissformen auf: 1. vollständige Gebisse mit allen Zahngattungen u. zw. entweder mit spitzen Backzähnen (Insektivoren-Typus, Fig. 408, I) oder mit grossem Eckzahn und ein oder mehreren Reisszähnen (Carnivoren-Typus, Fig. 408, II); 2. unvollständige Gebisse u. zw. einerseits mit jederseits nur einem wurzellosen Schneidezahn, fehlendem Eckzahn und häufig fehlenden Prämolaren (Nagetiergebiss, Fig. 408, III), andrerseits mit zahlreichen bewurzelten Schneidezähnen, meist fehlenden Eckzähnen und gewundenen Schmelzleisten auf den Backzähnen (Mahlgebiss der Paarzeher, Fig. 408, IV).

Im Gegensatze zu dem andauernden Zahnersatze bei den Anamniern und Reptilien (polyphyodonter Typus) werden bei den Säugetieren die Zähne nur 1—2mal gewechselt, es kommen also nur einige wenige Zahngenerationen zur Entwicklung, die Dentitionen, u. zw. lassen sich deren in der Regel zwei unterscheiden (diphyodonter Typus), die als Milch- und Ersatzgebiss bezeichnet werden. Es findet also in der Jugend die Bildung eines Gebisses aus Milchzähnen statt, die nach gewisser Zeit einer nach dem andern ausfallen und von bleibenden ersetzt werden (Fig. 409); diese sind meistens mannigfaltiger gebildet und zahlreicher als die ersteren, z. B. treten die Mahlzähne überhaupt erst nach dem Zahnwechsel auf. Andrerseits kann das Milchgebiss schon während der Embryonalentwicklung ganz oder teilweise verschwinden, sodass nach der Geburt kein oder nur ein geringer Zahnwechsel mehr stattfindet, z. B. beim Igel und den Robben. Da andrerseits bei den Beuteltieren nur der 4. Prämolar gewechselt wird, tritt bei ihnen nur eine Dentition auf — ihr Milchgebiss erhält sich fast vollständig während des ganzen Lebens. Das homodonte Gebiss der Zahnwale und der meisten Edentaten geht überhaupt nur aus einer Dentition hervor — es ist monophyodont.

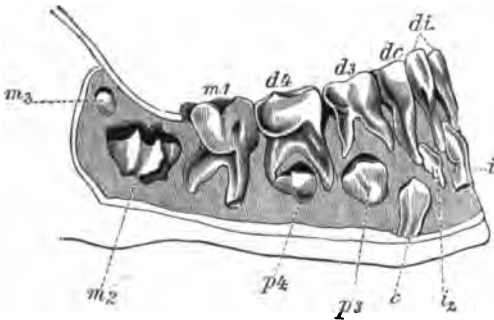


Fig. 409. Milchzähne und nachwachsende bleibende Zähne eines 6½ Jahre alten Kindes. *di* Milch-Schneidezähne. *dc* Milch-Eckzahn, d_3 erster, d_4 zweiter Milchbackzahn, i_1 mittlerer, i_2 äusserer bleibender Schneidezahn, *c* bleibender Eckzahn, p_3 erster, p_4 zweiter bleibender Lückzahn, m_1 erster, m_2 zweiter, m_3 dritter bleibender Mahlzahn (aus HAYEK).

Da die Anzahl der Zähne und ihre Verteilung auf Unter- und Oberkiefer (Zwischen- und Oberkieferbein einheitlich betrachtet) wichtige systematische Kennzeichen liefert, stellt man sie in Zahnformeln übersichtlich zusammen. Hierin bedeuten die Ziffern über dem Strich die Zahl der Schneide-, Eck-, Back- und Mahlzähne in einer Oberkieferhälfte von vorn nach hinten fortschreitend, die Ziffern unter ihm die entsprechenden Zahlen des Unterkiefers, sodass die verdoppelte Summe aus beiden Reihen die Zähnezahl des ganzen Gebisses angibt. Z. B. ist die Zahnformel für:

Hund $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.3} = 42$, Schermaus $\frac{1.0.0.3}{1.0.0.3} = 16$, Reh $\frac{0.0.3.3}{8.0.3.3} = 32$.

Um die Stellung eines einzelnen Zahnes kenntlich zu machen, benutzt man Ab-

kürzungen wie diese: I_3 = Dens incisivus superior tertius, wobei die Buchstaben I, C, P, M für Schneide-, Eck-, Back- und Mahlzähne üblich sind.

Bei manchen Säugetieren ist die Bezahnung nach dem Geschlechte verschieden, da die Eckzähne entweder dem Weibchen fehlen (Pferd) oder doch schwächer ausgebildet sind (Wildsau) als beim Männchen, das ihrer bei den Kämpfen um das andre Geschlecht mehr bedarf.

In der Mundhöhle ist ferner stets die muskulose, sehr bewegliche Zunge vorhanden, die mit ihrer freien Spitze oft erheblich verlängert ist und dann ein Greifwerkzeug abgibt (Wiederkäuer) oder zum Einfangen von Insekten an ihrer klebrigen Oberfläche dient (Ameisenfresser). Die hinteren Hörner des Zungenbeins halten den Kehlkopf (Fig. 411). Sehr leistungsfähig sind die in drei Paaren angelegten, nur den Zahnwalen fehlenden, Speicheldrüsen (Fig. 410). An den quergestellten, gelegentlich mehrfach geteilten Magen schliesst sich der namentlich bei Pflanzen-

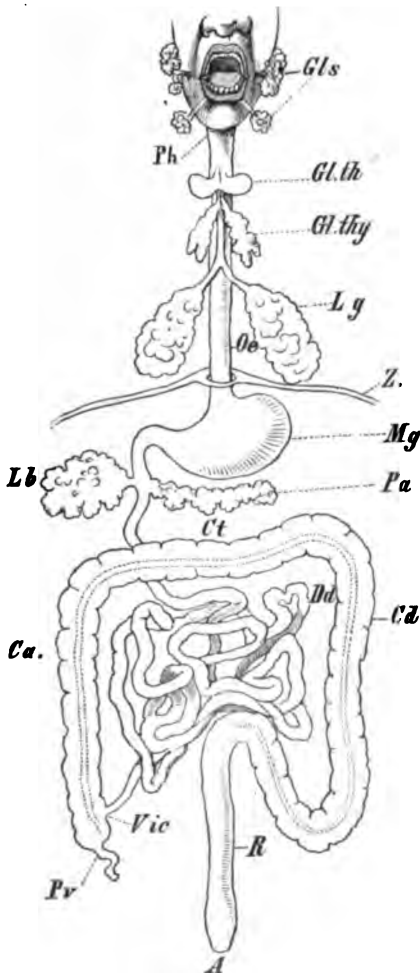


Fig. 410. Darmkanal des Menschen, schematisch. *A* After, *Ca* aufsteigender Dickdarm, *Cd* absteigender Dickdarm, *Ct* querer Dickdarm, *Dd* Dünndarm, *Gls* Speicheldrüsen, *Gl.th* Schilddrüse, *Gl.thy* Thymusdrüse, *Lb* Leber, *Lg* Lunge, *Mg* Magen, *Oe* Speiseröhre, *Pa* Bauchspeicheldrüse, *Ph* Schlund, *Pv* wurmförmiger Fortsatz des Blinddarms, *R* Mastdarm, *Vic* Sphinkter zwischen Dick- und Dünndarm, *Z* Zwerchfell (aus WIEDERSHEIM).

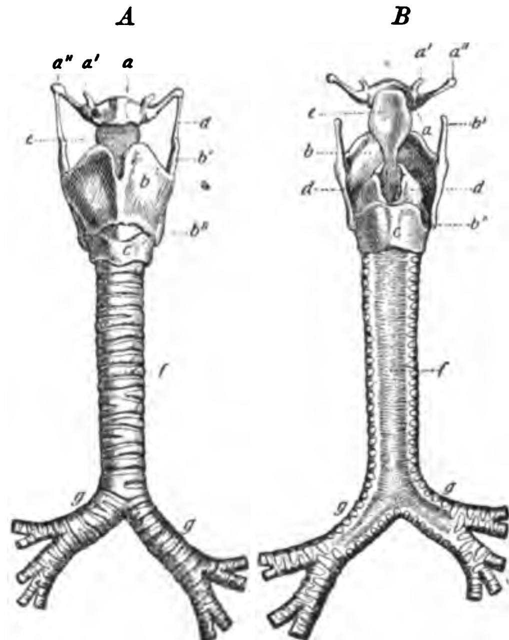


Fig. 411. Zungenbein, Kehlkopf, Luftröhre und Bronchien des Menschen, *A* von vorn, *B* von hinten. *a* Körper, *a'* u. *a"* Hörner des Zungenbeins, *b* Schildknorpel, *b'* u. *b"* Hörner desselben, *c* Ringknorpel, *d* (in *A*) bindegewebiger Verbindungsstrang zwischen den Hörnern des Zungenbeins und Schildknorpels, *d* (in *B*) Giessbeckenknorpel, *e* Kehldeckel, *f* Luftröhre, *g* Bronchien; in der Wand der Luftröhre und Bronchien die Knorpelspangen (aus LEUNIS).

fressern sehr lange Dünndarm, dessen Grenze gegen den Dickdarm schon äusserlich durch den anhangenden Blinddarm bezeichnet ist; namentlich bei Herbivorie ansehnlich gross, ist dieser am Ende in den sog. wurmförmigen Fortsatz verlängert. Bisweilen (Hirsche) fehlt die Gallenblase. Der weite Mastdarm mündet nur bei den Monotremen in eine

Kloake, sonst mit einem After dorsal von der Urogenitalöffnung. Ueber die Stimmritze legt sich als Schutz gegen das Eindringen von Speise u. s. w. der bewegliche Stimmdeckel (Epiglottis); der mit Stimmlippen versehene Kehlkopf — am Beginne der gradegestreckten Luftröhre — wird von verschiedenen Knorpelstücken und Muskeln gebildet (Fig. 411). Zum Füllen und Entleeren der frei in der Brusthöhle aufgehängten Lungen dient einerseits die Beweglichkeit der Rippen, andrerseits das Zwerchfell (Diaphragma), das durch seine Zusammenziehung die Lungen hebt, durch Nachlassen sie senkt.

In dem vollständig geteilten Herzen besteht der Klappenverschluss zwischen dem rechten Vorhof und Ventrikel aus drei Zipfeln im Gegensatz zu den Vögeln, wo die Segelklappe nur einzipflig ist; die Enden der Zipfel sind durch sehnige Stränge (Fig. 66) an die Herzwand geheftet. Umgekehrt ist die linke Atrioventricularklappe bei den Vögeln und Monotremen drei-, bei den übrigen Säugetieren zweizipflig. Als Aorta descendens bleibt — umgekehrt wie bei den Vögeln — der linke ursprüngliche Aortenbogen übrig. Von Drüsen, die mit der Erzeugung der Blutzellen befasst sind, finden sich in der Rachenhöhle die sog. Mandeln (Tonsillae), ferner die Schilddrüse und die Milz, wogegen die Thymusdrüse nur im Embryoleben und in der Jugend deutlich ist. Den Nieren (Fig. 407) kommt meistens eine geschlossen bohnenförmige, bisweilen (Seehunde, Otter, Bären) eine in Lappen zerfallene Gestalt zu, was auf Zustände vor der Geburt zurückgeht; der Harn sammelt sich aus den Harnkanälchen in einem Hohlraum an der eingebuchteten Seite (Nierenbecken), um dort von erweiterten Anfangsästen (Kelchen) des Harnleiters aufgenommen zu werden. Als Sammelbehältnis für den stets wässrigen Harn dient eine Harnblase, die bei den Kloaken- und Beuteltieren aus der erhaltengebliebenen Allantois besteht, bei den plazentalen Säugern aber eine Ausstülpung der ursprünglichen Kloakenwand ist. Zur Ausführung des Harns verlängert sich die Blase in eine Harnröhre (Urethra), die mit dem männlichen Ductus ejaculatorius in enge Verbindung tritt (Fig. 414).

Das Gehirn (Fig. 330 D) zeigt vor allem die höchste Ausbreitung der Hemisphären, die sogar das Kleinhirn überdecken können und bei allen Formen von entwickeltem Seelenvermögen reiche Oberflächenbildung aufweisen. Das Rückenmark endigt gewöhnlich schon in der Kreuzbeingegend mit einer ausgebreiteten Auflösung in einzelne Nerven, der sog. Cauda equina.

Von den Sinnesorganen hat das Geruchswerkzeug eine bedeutende Flächenentwicklung auf dem mehrfach gefalteten Siebbeine aufzuweisen, welch letzteres eine Kammerung der Nasenhöhle in mehrere sog. Muscheln hervorbringt; dementsprechend ist das Riechvermögen vielfach sehr gesteigert. Mit der Nasenhöhle, deren Choanen getrennt in die Rachenhöhle münden, stehen mehrere Knochensinus im Stirn-, Keil- und Oberkieferbein in Verbindung, und die äusseren Oeffnungen sind bisweilen zu einem durch Knorpelwände gestützten Rüssel entwickelt, der zum Tasten, Wühlen oder gar Ergreifen von Nahrung dient. Im Mittelohr (Fig. 81) sind die schon erwähnten Gehörknöchelchen als schallleitende Glieder eingefügt, indem die Platte des Steigbügels das ovale Fenster bedeckt, der Hammer sich ans Trommelfell legt. Nach aussen vom Trommelfell ist der schon erwähnte Knochenring zu einer Röhre verlängert, die von einer Einstülpung der äusseren Haut ausgekleidet ist — dem äusseren Gehörgang, in dem zahlreiche Talgdrüsen das bitterschmeckende Ohrenschmalz zum Schutze gegen tierische Eindringlinge absondern. Zum Schallauffangen sind grosse knorplige Ohrmuscheln vorhanden, die nur bei den Wasser- und Erdbewohnern schwinden. Tastorgane sind als Kolbenkörperchen an den Finger- und Zehenspitzen, den Lippen, der Zunge und dem Rüssel verbreitet, wie die Zunge auch Sitz der bei den Säugern am

meisten gesteigerten Geschmacksempfindung ist. Das Auge (Fig. 332) hat Kugelform (Augapfel) und ist grossenteils von der knöchernen Augenhöhle (Orbita) umgeben, deren Rand vom Stirn-, Joch- und Oberkieferbein hergestellt wird. Ausser den beiden Lidern ist eine, freilich kurze und unbewegliche Nickhaut vorhanden, der Muskelapparat, der die Bewegung beider Augäpfel zu körperhaftem Bildeindruck regelt, ist sehr ausgebildet (Fig. 413); er besteht aus je vier graden und zwei schiefen Muskeln, von denen der innere schiefe durch eine Sehnenscheide geführt ist. Bei unterirdischen Säugern werden die Augen ganz klein und unbrauchbar, auch sind sie wohl von der Haut überzogen (Blindmoll).

Geschlechtsorgane. Die langen Ausführungsgänge der Hoden (Fig. 414), zunächst in dem ansehnlichen Nebenhoden aufgewunden, führen unter Bildung seitlicher Erweiterungen in die Harnröhre, wo sich neben ihrer Einmündungsstelle die Oeffnungen

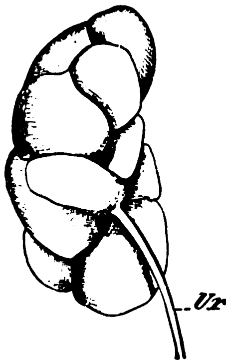


Fig. 412. Rechte Niere vom Reh. *Ur* Harnleiter (aus WIEDERSHEIM).

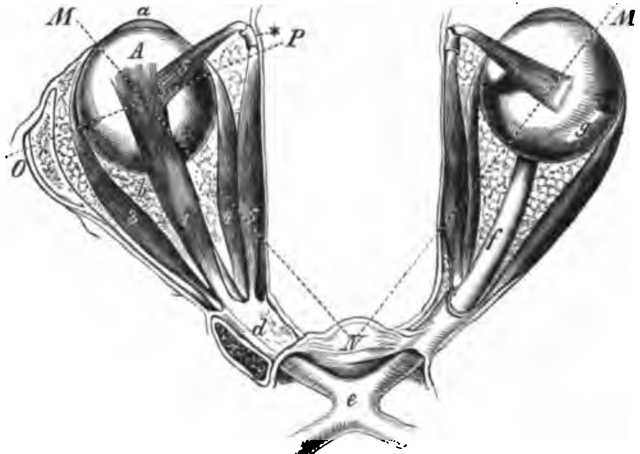


Fig. 413. Augäpfel des Menschen nebst Sehnerven und Bewegungsmuskeln. *M N*, *O P* zwei Drehungsachsen des Auges. *A* Augapfel, *a* Hornhaut, *b* Fettpolster der Augenhöhle, *c* Stirnbein, *d* Keilbein mit Sehnervendurchgang, *e* Chiasma nervorum opticorum, *g* Anheftungsstelle des kleinen schiefen Augenmuskels, *1* oberer gerader Augenmuskel (rechts weggelassen), dreht mit dem verdeckten 2. unteren das Auge um die Achse *O—P*, *3* und *4* äusserer und innerer grader Augenmuskel, die das Auge um seine senkrechte, durch den Schnittpunkt von *M N* und *O P* gehende Achse drehen. * Sehnenscheide für *5*, *6* grosser schiefer Muskel, der mit dem kleinen das Auge um die wagerechte Achse *M N* dreht (aus WOSSIDLO).

der Vorsteherdrüse (Prostata) befinden; kleinere, ihrer Bedeutung nach unklare Anhangsorgane sind die COWPERschen Drüsenpaare. Der aus der Bauchhöhle heraustretende Endabschnitt der Urethra ist — nunmehr als Urogenitalkanal — zu einer schwellbaren Rute geworden, deren Spitze gewöhnlich zu der nervenreichen, öfters auch mit Papillen und Hornstacheln ausgestatteten Eichel ausgestaltet und von einer Verdoppelung der äusseren Haut, der Vorhaut (Praeputium), umschlossen ist; auch wird die Rute bisweilen (Marder, Bären, Nager, Walross) von einem besonderen Penisknochen innerlich gestützt. Eigentümlich ist es, dass nur bei wenigen Säugern, nämlich den Kloakentieren, Elefanten und Zahnarmen die Hoden ihre Lage in der Bauchhöhle neben den Nieren behalten, bei den übrigen aber — wenigstens zur Brunstzeit (Nager) — durch eine untere Medianöffnung der Bauchdecken, den Leistenkanal, nach unten aus der Bauchhöhle getreten sind und von einer zweikammerigen Hautfalte, dem Hodensack (Scrotum), aufgenommen werden.

Die Leitungswege der weiblichen Genitalien münden bei den Monotremen in einen gemeinsamen Endschlauch, (Urogenitalsinus) ein, dessen Ende mit dem After und der Harnröhre von der Kloake umgeben wird; bei den Beutlern (Fig. 415 I) ist ausser

Eileiter und Uterus auch die Scheide verdoppelt. Alle andern Säugetiere haben die Scheide einfach, den Uterus bald (Nager) als blosse Fortsetzung der Eileiter und demnach ebenfalls doppelt (Fig. 415 II) oder nur proximal gesondert, nach unten zu aber in eins verschmolzen (zweihörniger Uterus der Huftiere, Raubtiere und Insektenfresser), endlich einheitlich bei den Vierhändern (Fig. 415 III). Dem Penis entspricht ein kleines Organ, die Clitoris, das bei Nagern, Maulwürfen und Halbaffen von der Harnröhre durchlaufen wird.

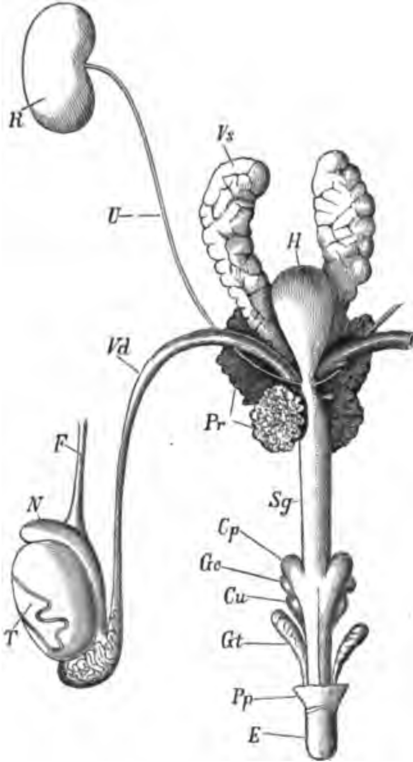


Fig. 414. Harn- und männliche Geschlechtsorgane des Igels. *R* Niere, *U* Harnleiter, *H* Harnblase, *T* Hode, *F* Samenstrang, *N* Nebenhode, *Vd* Samenleiter, *Vs* Samenblasen, *Pr* Vorsteherdrüse, *Sg* Harnröhre, *Gc* COWPER'sche Drüsen, *Gt* TYSON'sche Drüsen, *Cp* Schwellkörper des Penis, *Cu* Schwellkörper der Harnröhre, *E* Eichel, *Pp* Vorhaut (nach GEGENBAUR aus CLAUS-GROBBEN).

Aeussere Geschlechtsabzeichen sind öfters durch die Grösse des Männchens, Mähnen, Geweihe, Hauer und laute Stimme vertreten. Der Paarung geht vielfach eine Brunst voraus, die sich in unruhigem Gebahren der Männchen, Kämpfe mit Nebenbuhlern, Absonderung gewisser Hautdrüsen, Brunstgeschrei u. s. w. äussert. Von den Kloakentieren werden grosse Eier abgelegt und bis zum Auskommen der Jungen bebrütet, während die sehr kleinen Eier der übrigen, plazentalen Säuger ihre Entwicklung im Fruchthälter durchlaufen und ihre Jungen lebendig geboren werden. Bei den plazentalen Säugetieren bleibt der Embryo — dann Fötus genannt — mit der Uterusschleimhaut in ernährender Verbindung, indem sich von der Serosa aus blutgefässhaltige Fortsätze, Chorionzotten, in jene versenken. Da auch Ausstülpungen der Allantois in diese Zotten eindringen, bilden die Allantois, die alsdann Chorion genannte Serosa und der in Frage kommende Bezirk der Uteruswand ein besonderes Ernährungsorgan der Frucht (Fig. 416), den Mutter- oder Fruchtkuchen (Plazenta). Dieser kann so entstehen, dass sich auf der ganzen Eihülle gleichmässig verstreute Zotten bilden — diffuse Plazenta der Unpaarzeher, Schweine, Waltiere u. a. Oder die Zotten drängen sich an einer Anzahl von Stellen zusammen, sodass sie zapfenähnliche Büschel (Cotyledonen) bilden, wie es bei den Hohlhörnern und Hirschen der Fall ist (Fig. 417). In beiden Fällen sitzen die Chorionzotten nur locker in der Uteruswand, lösen sich daher bei der Geburt aus dieser heraus, ohne dass jene erheblich verletzt wird. Dagegen findet bei den übrigen plazentalen Säugetieren eine sehr innige Verflechtung von Uterus und Fruchtkuchen statt, sodass die betroffene Schicht der Uteruswand bei der Geburt als sog. Decidua mit abgestossen wird; mütterliche und fötale Teile der Plazenta hängen dann als Nachgeburt an dem aus Dottersack- und Allantoisstiel gebildeten Nabelstrange des Neugebornen. Jene echte oder Vollplazenta umgibt die Eihüllen entweder gürtelförmig bei den Raubtieren, oder als scheibenförmige bei den Insektenfressern, Flattertieren, Nagern und Quadrumanen (Fig. 416).

Gleichviel wie die Jungen zur Welt kommen und welchen Grad der körperlichen

Entwicklung und Beweglichkeit sie zunächst haben, stets werden sie einige Zeit von der Mutter durch die Milch, das eiweiss- und fettreiche Sekret von Milchdrüsen,

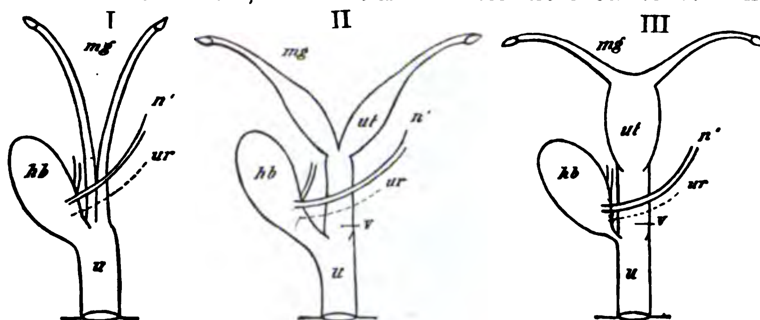


Fig. 415. Uterus und Eileiter bei den Beuteltieren (I) und den übrigen Säugern (II, III), schematisch. *hb* Harnblase, *mg* MÜLLER'sche Gänge (in III nur noch Eileiter), *n'* Harnleiter, *u* Urogenitalsinus, *ur* Rest des Urnierenganges, *ut* Uterus, *v* Scheide (aus GOETTE).

ernährt. Diese als umgewandelte Hautdrüsen anzusehenden Organe liegen gewöhnlich an den Weichen, seltener auf der Brust, und geben ihre Absonderung — die Mono-

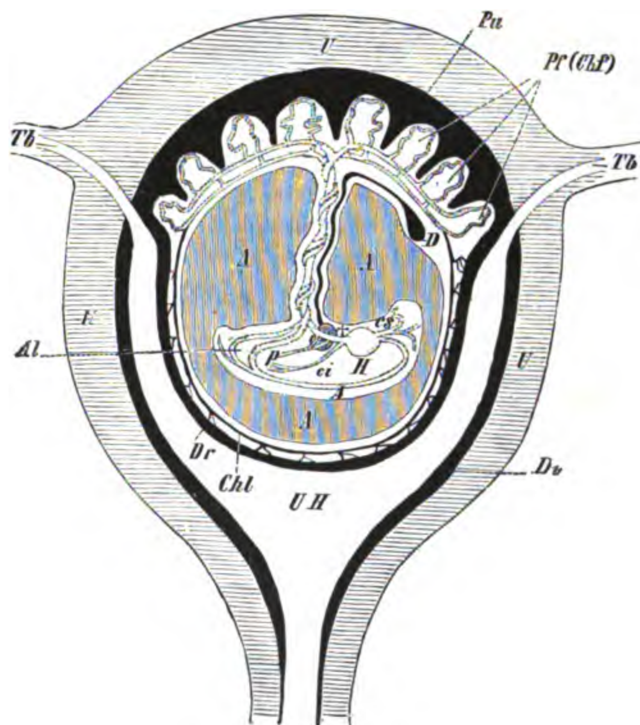


Fig. 416. Schematisches Durschschnittsbild durch den schwangeren Uterus des Menschen. *A* die Amnionhöhle, in welcher der an der Nabelschnur hängende Embryo sichtbar ist, *Al* Allantoisarterien, *Ao* Aorta, *D* der rudimentäre Dottersack, *ci*, *cs* obere und untere Hohlvene, *Chl* Chorion, *Dr*, *Dv* Decidua, *H* Herz, *p* Pfortader, *Pf* foetaler, *Pa* mütterlicher Teil der Plazenta, *U* Uterus, *UH* Uterushöhle, *Tb* Eileiter (aus WIEDERSHEIM).

tremen ausgenommen — durch ein oder mehrere Paare von Zitzen an die Jungen ab. Weitere Brutpflege betätigen alle Säugetiere durch Bewachen, Führen, Anleiten der Jungen.

§ 126. 1. Unterkl. **Monotremata.** Kloakentiere.

Aplazentale Säugetiere mit gesondertem Coracoid; Uterus

und Scheide paarig, nebst den Harnleitern in eine Kloake mündend; Kiefer mit Haut oder einem Hornschnabel überzogen,

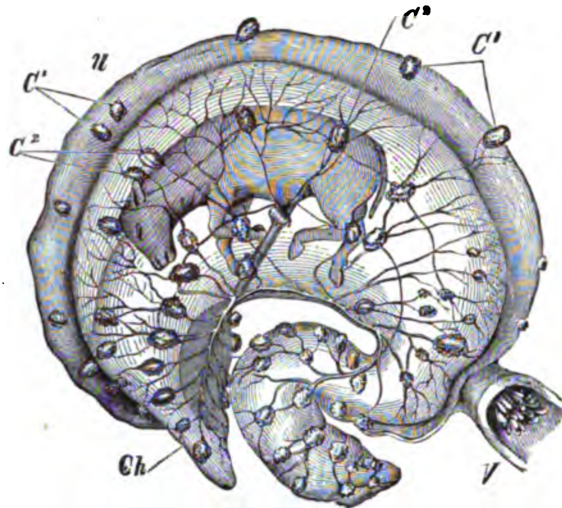


Fig. 417. Uterus einer Kuh, in der Mitte der Trächtigkeitsperiode geöffnet (stark verkleinert). *V* Vagina, *U* Uterus, *Ch* Allantoischorion, C^1 Cotyledonen des Uterus, C^2 fötale Cotyledonen (aus ELLENBERGER).

zahnlos; Milchdrüsen aus Schweissdrüsen entstanden; sie legen grosse weichschalige Eier, die sie ausbrüten, und säugen die Jungen ohne Hilfe von Zitzen. — *Ornithorhynchus anatinus* Shaw, Schnabeltier.

2. Unterkl. **Ditremata.** Lebendiggebärende.

Ohne Kloake, aber mit Zitzen, verkümmertem Coracoid und aus Talgdrüsen entstandenen Milchdrüsen; lebendig gebärend.

§ 127. 1. Legion. *Marsupialia,* Beuteltiere.

Nichtplazentale Säuger mit zwei besonderen Beutelknochen am Becken, beim Weibchen in der Regel mit einem von diesen gestützten, die Zitzen umfassenden Hautbeutel am Unterleibe, in dem die auf sehr unvollkommener Stufe geborenen Jungen an den Zitzen hängend längere Zeit getragen werden; Zahnwechsel sehr eingeschränkt.

2. Legion. *Placentalia.*

Ohne Beutelknochen, mit unpaarer Scheide und ausgedehntem Zahnwechsel; Fötus mit der Mutter durch eine Plazenta verbunden.

§ 128. 1. Ordn. **Insectivora,** Insektenfresser.

Gebiss vollständig mit kleinen Eck- und scharfspitzigen Backzähnen; Sohlengänger mit bekrallten, meist fünfzehigen Füssen.

Kleinere bis kleinste Säugetiere mit gestrecktem, oft des Jochbeines entbehrendem Schädel; die Eckzähne sind oft als solche schwer erkennbar, ja selbst kleiner als

die zahlreichen Schneidezähne (Fig. 418). Meistens sind Schien- und Wadenbein unterwärts verwachsen. Die meist kurzen Gliedmassen sind oft zum Graben eingerichtet, die Augen klein, vielfach verkümmert, die Nase ist rüsselartig gestreckt. Im allgemeinen Tierfresser von nächtlicher Lebensweise.

Fam. *Talpidae*, Maulwürfe. Körper gedrungen, walzig, mit kurzem Halse und Schwanze; Beine sehr kurz, die vorderen als breite schaufelförmige Grabfüsse gebildet; der kleine spitzrüsselige Kopf mit sehr kleinen oder verkümmerten Augen, ohne Ohr-

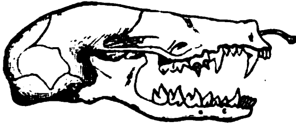


Fig. 418. Schädel von *Talpa europaea* (aus BLASIUS).



Fig. 419. *Sorex vulgaris* (aus WOSSIDLO).

muscheln. Pelz kurz und sammtig. Schädel mit Jochbogen; Schambeine in der Mitte getrennt; Brustbein mit niedrigem Kamm. Leben unterirdisch in selbstgegrabenen Röhren von Regenwürmern und Larven, fressen sich aber auch gegenseitig. — *Talpa europaea* L., Maulwurf.

Fam. *Soricidae*, Spitzmäuse. Kopf lang mit rüsselförmiger, sehr beweglicher Schnauze, kleinen aber deutlichen Augen und Ohren; Beine schlank aber kurz, fünfzehig; Schwanz ziemlich lang. An den Weichen oder an der Schwanzwurzel Drüsen, die einen nach Moschus riechenden Stoff absondern. Ohne Jochbogen und Schambeinsymphyse. Nur zwei Schneidezähne in jedem Kiefer, die oberen hakenförmig gekrümmt,

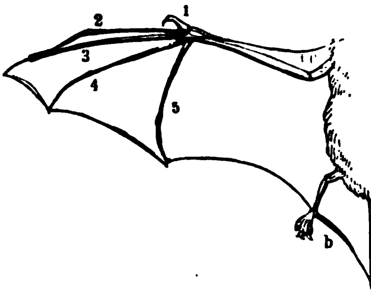




Fig. 420. *Vespertilio murinus.* *A* Flughaut. 1—5 die fünf Finger der Hand, b der Sporn. *B* Kopf. a die inneren Querfalten des Ohres, b der Tragus (aus LEUNIS).

die unteren fast gerade und wagerecht. Nächtliche, sehr lebhafte Tiere, die in unterirdischen Löchern hausen, aber über der Erde auf Insekten, Würmer und selbst kleine Wirbeltiere jagen; einzelne Arten leben als gewandte Schwimmer und Taucher am Wasser. — *Sorex vulgaris* L., Waldspitzmaus (Fig. 419).

Fam. *Erinaceidae*, Igel. Körper gedrungen mit kurzen, fünfzehigen Beinen. Oberseite mit Stacheln statt der Haare; ein mächtig entwickelter Hautmuskel ermöglicht das Zusammenrollen zu einer Stachelkugel. Jochbogen vollständig, Gebiss stumpfzähnig (Fig. 408 I) im Einklange mit der gemischten Ernährung von Kleintieren und kleinen Wirbeltieren, sowie Früchten. Lebensweise nächtlich; langer Winterschlaf in einer ausgefütterten Erdgrube. — *Erinaceus europaeus* L., gemeiner Igel.

§ 129. 2. Ordn. **Chiroptera**, Flattertiere.

Mit vollständigem Gebiss und einer sich zwischen den Rumpfseiten, den Beinen, dem 2.—5. Finger und dem Schwanze ausdehnenden Flughaut.

Zu fliegenden Säugetieren macht die Fledermäuse der Besitz ihrer grösstenteils nackten Flughaut, die den Schwanz, die Hinterbeine bis zu den Mittelfussknochen und den 2. bis 5. sehr verlängerten Finger der Vorderextremität in sich schliesst; gewöhnlich tragen nur der freie Daumen und die fünf Zehen Krallen; vom Fersenbein erstreckt sich meistens ein knöcherner Fortsatz, der Sporn, in die Flughaut (Fig. 420). Am Kopfe (Fig. 420) fallen die kleinen Augen und die oft kolossalen und nackthäutigen Ohrmuscheln auf, an denen sich eine Art Deckel, der Tragus, zu entwickeln pflegt; auch sind verwickelt gebaute häutige Nasenaufsätze nicht selten und die Nasenlöcher etwas röhrig verlängert. Am Brustbein ist ein Kamm vorhanden; die Schlüsselbeine sind sehr lang, der Oberarm sehr kräftig. Im Gebiss, das sich dem der Insektenfresser nähert, sind alle Backzähne mit scharfen Spitzen und zwar die Lückzähne mit einer, die Mahlzähne mit fünf versehen (Fig. 421); die Eckzähne sind grosse Fangzähne. Die beiden Zitzen sind brustständig. Alle Fledermäuse sind Nacht- und Dämmerungstiere, die bei Tage an Bäumen, in Höhlen und Mauerspalten mit den Hinterfüssen kopfüber angehängt schlafen. Eine Unterordnung, die fliegenden Hunde, sind Fruchtfresser, alle andern verzehren Insekten, die sie umherfliegend fangen. Das einzige Junge wird auch beim Fluge in einer von der Schwanzhaut gebildeten Tasche mitgeführt. — *Vespertilio murinus* L., gemeine Fledermaus (Fig. 420).


Fig. 421. Schädel von *Vespertilio* (aus BLASIUS).

§ 130. 3. Ordn. **Rodentia**, Nagetiere.

Sohlengänger mit Krallenfüssen und grosser Lücke zwischen den wenigen Schneide- und Backzähnen.

Da die hintere Extremität oftmals die vordere an Länge und Stärke übertrifft, ist die Bewegung öfter springend und hüpfend als laufend. Dem sehr eigentümlichen Gebiss fehlen die Eckzähne vollständig; an Schneidezähnen (Fig. 422) sind oben höchstens vier, unten nur zwei vorhanden, welch letztere öfters in ihren Alveolen sehr weit nach hinten reichen und als wurzellose Zähne ständig nachwachsen; an der Spitze infolge steter Benutzung scharf meisselförmig, sind sie meist nur vorn mit Schmelz bekleidet. Die Backzähne sind von jenen durch eine weite Lücke getrennt, bald bewurzelt und mit höckriger Kaufläche der Krone, auf der sich keine Schmelzfalten bilden (Fig. 426, 429,3), bald sind es wurzellose Zähne (Fig. 429,1,2), deren Schmelzröhre durch senkrechte Seitenfalten mehr oder weniger tief eingebuchtet ist, wobei die Rinnen wieder durch Zement ausgefüllt sein können. Auf der Kaufläche wird der Schmelzüberzug stellenweise abgenutzt, sodass die stehenbleibenden Stellen Schlingen von regelmässigem, oft sehr charakteristischem Verlaufe bilden, innerhalb deren das Zahnbein sichtbar wird (Fig. 423 C). Bewurzelte Molaren kommen den omnivoren Nagern zu, die sich von weicheren vegetabilischen Stoffen und tierischen Körpern nähren, sodass sich die Kaufläche der Molaren weniger abnutzt, die wurzellosen hingegen sind mehr denjenigen Formen eigen, die harte Samen und Rinde verzehren und daran ihre Backzähne rasch abnutzen. Da der Gelenkhöcker nicht wie bei den anderen Säugetieren quer-, sondern längsgestellt

ist (Fig. 422), kann der Unterkiefer nicht nur abwärts, sondern auch vorwärts bewegt werden, ein Bewegungsspielraum, der beim Fressen nach zwei Seiten zur Geltung kommt, indem sich der Unterkiefer beim Beissen und Nagen mit den Schneidezähnen um die Querachse bewegt, beim Kauen dagegen so in der Längsrichtung nach hinten geschoben wird, dass die oberen und unteren Schneidezähne sich nicht mehr berühren, und nur

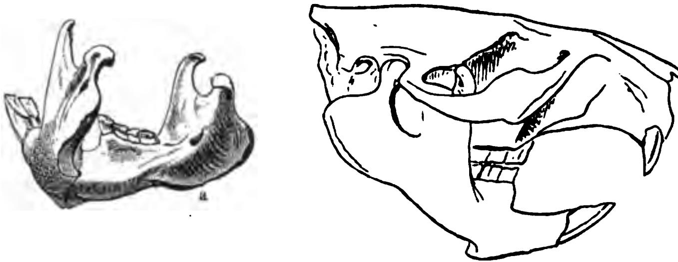


Fig. 422. Schädel des Bibers, 1/3; *a* der Unterkiefer schief von hinten, um die schräg abgenutzten unteren Schneidezähne zu zeigen (aus LEUNIS).

die Molaren mit ihren quergestellten Höckern und Falten unter geringen Verschiebungen nach vor- und rückwärts die Kauarbeit verrichten. Meistens sind drei Molaren vorhanden, während die Prämolaren öfters fehlen, also der Zahnwechsel überhaupt ausfällt. Bei manchen Arten, z. B. dem Hamster, stülpt sich die Mundschleimhaut nach innen zu dehnbaren (inneren) Backentaschen ein, bei anderen werden äussere Backentaschen durch Einstülpung der Wangenhaut in das Maul gebildet. Der Uterus ist doppelt, die Zahl der Jungen gross, auch können 4—6 Würfe stattfinden; dementsprechend sind zahlreiche (sechs und mehr Paar) Zitzen an Bauch und Brust vorhanden.

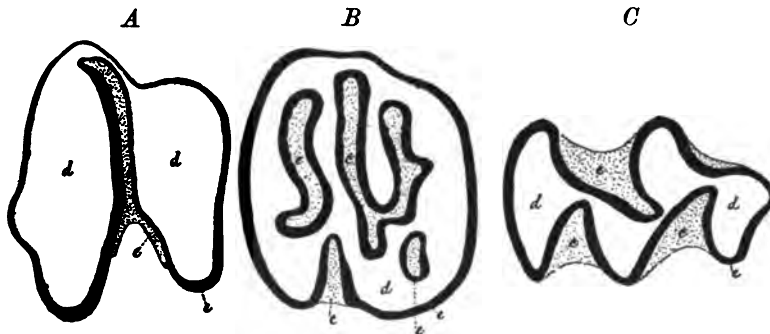


Fig. 423. Querschnitte von Backenzähnen verschiedener Nager (ungefähr der Kaufläche parallel). *A* Hase, *B* Biber, *C* Wühlmaus. *c* Cement, *d* Dentin, *e* Schmelz (nach OWEN aus BOAS).

Als Wohnungen werden vielfach Erdhöhlen mit verschiedenen Zugängen ausgegraben (Hamster, Ziesel) oder kunstvolle Nester gebaut (Eichhorn, Zwergmaus), worin in nördlichen Gegenden gewöhnlich auch der Winterschlaf stattfindet. Die Nagetiere sind grösstenteils kleine und pflanzenfressende Säuger.

Fam. *Leporidae*, Hasen. Nagezähne mit vollständiger Schmelzröhre, vorn eine Längsrinne; im Oberkiefer hinter den beiden grossen noch ein Paar kleine, stiftähnliche (Fig. 424); Backzähne mit tiefen Seitenfalten (Fig. 423 A). Gebiss: $\frac{2.0.3.3}{1.0.2.3}$. Kopf und Rumpf gestreckt, seitlich zusammengedrückt, Schwanz ganz kurz oder fehlend, Lippen dick und sehr beweglich, Ohren lang, Hinterbeine verlängert. Pflanzenfresser. — *Lepus europaeus* Pall., Feldhase.

Fam. *Sciuridae*, Hörnchen. Kopf breit mit flacher Stirn, spitzem Schnauzenteil

und grossen Augen; Stirnbein mit einem spitzigen Fortsatze, wodurch ein hinterer Abschluss der Augenhöhle angedeutet ist; Backzähne bewurzelt, ihre Kaufläche mit stumpfen quergestellten Höckern; die oberen Prämolaren sind sehr kleine, nicht selten verlorengehende Stiftzähnchen; Gebissformel $\frac{1.0.2—1.3}{1.0.\quad 1.3}$; vorderer Daumen zu einer Warze verkümmert; Schwanz zweizeilig behaart. Leben teils auf Bäumen, teils auf der Erde in selbstgegrabenen Bauten von Samen, Knospen und kleinen Tieren. Hierher die Eichhörnchen, Murmeltiere und Ziesel. — *Sciurus vulgaris* L., Eichhörnchen.

Fam. *Castoridae*, Biber. Grosse Nager von etwas plumpem Körperbau; Kopf dick und breit mit stumpf gerundeter Schnauze, kleinen Augen und kurzen Ohren; Beine kurz, fünfzehig, Hinterzehen durch Schwimmhäute verbunden; Schwanz breit, platt, langeiförmig, mit Dachziegelschuppen bekleidet und haarlos. Pelz aus sehr dichtem, seidigem Wollhaar und steifen, glänzenden Grannen. Backzähne wurzellos, aber unten fast geschlossen, mit tiefen Seitenfalten (Fig. 423 B). In den Vorhautraum münden zwei mächtige Präputialdrüsen, die Castorsäcke (Fig. 425), deren Absonderung früher als Bibergeil (Castoreum) arzneilich benutzt wurde. Die Biber tau-

chen und schwim-
ufern Bauten aus
rinde, zu deren Er-
nen ganze Bäume
Biber.

Fam. *Myoxi-*
mit spitzer Schnau-
hen und eine kurze
Hinterzehen;
lang, dicht, oft
Backzähne mit
darm fehlt. Verzehren Samen,
süsse Früchte,
kleine Vögel u. s. w.



Fig. 424. Obere Schneidezähne des Hasen, von unten gesehen (aus LEUNIS).

bei rein nächtlicher
xus glis L., Sie-
Fam. *Muri-*
weniger spitzer
penringen oder
mit schmalen,

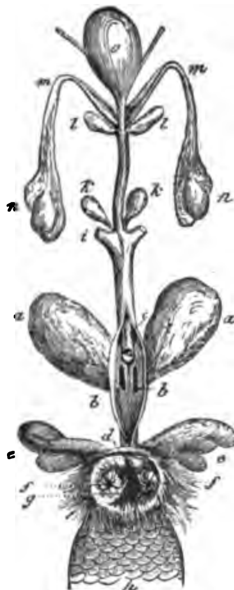


Fig. 425. Urogenitalsystem des männlichen Bibers. *o* Harnblase mit Harnleitern, *n* Hoden, *m* Samenleiter, *l* Samenbläschen, *k* Cowpersche Drüsen, *i* Schwellkörper des Penis, *c* Eichel, *a* Bibergeilsäcke, *b* deren Mündung im aufgeschnittenen Vorhautkanal, *d* Mündung des letzteren, *e* Analdrüsen, *f* deren Mündung, *g* After, *h* Schwanzwurzel (nach BLAUCHARD aus R. HERTWIG).

men vorzüglich, errichten sich an Fluss-
Aesten und Schlamm und leben von Baum-
langung sie mit ihren gewaltigen Nagezäh-
umlegen. — *Castor fiber* L., europäischer

dae, Bilche. Kleinere Formen. Kopf schmal,
ze; vier Vorderze-
Daumenwarze, fünf
Schwanz körper-
buschig behaart.
Wurzeln. Blind-

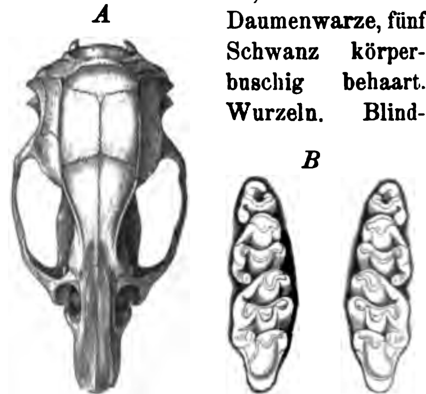


Fig. 426. *Mus decumanus* *A* Schädel. *B* Backenzähne des Oberkiefers 4/1 (aus BLASIUS).

Lebensweise. Tiefer Winterschlaf. — *Myo-*
benschläfer.

dae, Mäuse. Kopf schlank mit mehr oder
Schnauze; Schwanz meist lang, mit Schup-
dünner Behaarung bekleidet. Beine schlank
nacktsohligen Pfoten, die vorn 4-, hinten
5zehig sind. Ohne Prämolaren, mit 2—3 Molaren. Magen geteilt. Die Mitglieder der artenreichen Mäusefamilie leben z. T. nächtlich in unterirdischen Höhlen, und nähren sich bald von Pflanzenteilen, bald von gemischter Kost. Hierher sind die Hamster, langschwänzigen Mäuse bezw. Ratten und Wühlmäuse zu zählen.

1. Unterfam. *Murinae*, echte Mäuse. Von schlankerem Körperbau; Kopf schmalstirnig und zugespitzt, die grossen, stark vorstehenden Augen der Stirn genähert; Ohren lang und breit, meist nackthäutig; Hinterbeine wesentlich länger als die vorderen; Schwanz ungefähr körperlang, mit Schuppenringen bedeckt und nackt, selten sparsam behaart. Schädel (Fig. 426) zartknochig, langgestreckt, der Kieferteil wenig vom Jochbogen abgesetzt. Untere Schneidezähne seitlich zusammengedrückt mit spitzen



Fig. 427. *Mus silvaticus* (nach GEMMINGER und FAHRER).



Fig. 428. Schädel von *Microtus* (aus BLASIUS).

Enden. Molaren mit mehreren echten Wurzeln (Fig. 429, 3), Krone mit stumpfen Höckern besetzt (Fig. 426). Die echten Mäuse klettern vielfach mit Hilfe ihres langen Schwanzes ausgezeichnet, bewegen sich zu ebener Erde mehr springend als laufend, sind omnivor und halten nur vereinzelt Winterschlaf. — *Mus silvaticus* L., Waldmaus (Fig. 427).

2. Unterfam. *Microtinae* [*Arvicolinae*], Wühlmäuse. Bau gedrungen; Kopf breit mit abgestumpfter Nase, die Ohren treten wenig aus dem Pelze hervor, Augen klein, seitenständig; Beine, zumal die vorderen, kurz; Schwanz höchstens körperlang und

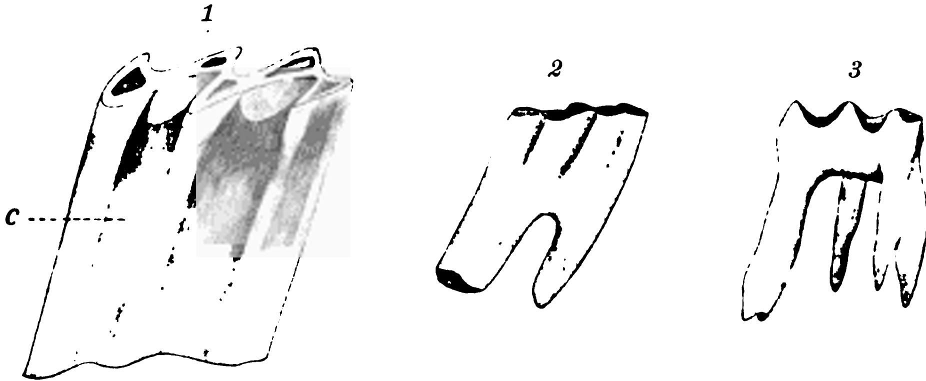


Fig. 429. Backzähne von Muriden. *1* erster oberer Molar von *Arvicola amphibius*; *c* Zement. *2* dergl. von *Evotomys glareolus* im Alterszustande. *3* dgl. von *Cricetus cricetus* (*2* und *3* nach BÖRNER).

ziemlich dicht behaart. Schädel (Fig. 428) kurz, im Umriss breit eiförmig, der schmale Kieferteil von den Jochbogen scharf abgesetzt, die starken, mit deutlichen Kämmen für den Ansatz der Kaumuskeln versehenen Knochen ziemlich fest verbunden. Untere Schneidezähne breit mit gestutzten Spitzen; Backzähne (Fig. 429, 1) wurzellos mit tiefen, winklig eingreifenden Schmelzfalten an der Innen- und Aussenfläche, zwischen denen scharfe prismatische Längskanten hervortreten; die Buchten zwischen den Schmelzfalten können mit Zement ausgefüllt sein. Da die Kaufläche sich stark, aber

gleichmässig abschleift, bildet die gefaltete Schmelzröhre auf jener winklige Schlingen, die aussen und innen mit einander abwechseln, und zwischen denen das blossgelegte Zahnbein zum Vorschein kommt (Fig. 423 C). Bei den Waldwühlmäusen (*Evotomys* Cou. [*Hypudaeus* K. u. Bl.]) sind die Molaren nur in der Jugend wurzellos, während



Fig. 430. *Microtus arvalis* (nach GEMMINGER und FAHRER).

nachher die Zahnbasis sich grösstenteils schliesst und in zwei deutlich abgesetzte Wurzeln zerfällt (Fig. 429, 2). Wegen der kurzen Beine ist die Bewegung meist nur laufend, die Kletterfähigkeit sehr eingeschränkt; alle Arten wühlen sich Gänge und Höhlen unter der Erde; Ernährung vorzugsweise von Wurzeln, Samen und Rinde. — *Microtus* [*Arvicola*] *arvalis* (Pall.), Feldmaus (Fig. 430).

§ 131. 4. Ordn. **Edentata**, Zahnarme.

Zähne — wenn vorhanden — gleichartig gestaltet, schmelz- und wurzellos; Schneidezähne fehlen fast immer; hintere Brust- und Lendenwirbel durch besondere Gelenkfortsätze verbunden; Zunge langgestreckt bis wurmförmig. Magen bei den blätterfressenden Faultieren gekammert; Uterus ungeteilt; Gehirn klein, ohne Windungen. Teils Insektenfresser (Ameisenbären), teils Pflanzenfresser (Faultiere), teils omnivor (Gürteltiere); bei letzteren ist die Körperbedeckung teilweise von reihenweis angeordneten Hautknochen gebildet.

§ 132. 5. Ordn. **Effodientia**, Scharrtiere.

Mundöffnung eng, Zunge wurmförmig, Zähne beim erwachsenen Tiere auf 4—5 wurzel- und schmelzlose Backzähne vermindert oder sie fehlen ganz; letzte Brust- und Lendenwirbel nicht durch besondere Gelenkfortsätze verbunden; Füsse mit Scharrkrallen; Integument der Schuppentiere aus dachziegelig sich deckenden Hornschuppen; Uterus zweihörnig. Die Nahrung besteht aus Ameisen und Termiten. Schuppentiere (*Manis*) und Erdferkel (*Orycteropus*).

§ 133. 6. Ordn. **Carnivora**, Raubtiere.

Gebiss vollständig mit starken Eck- und Reisszähnen; Füsse mit Krallen.

Im Gebiss bleiben die Schneidezähne stets klein, während die grossen spitzen Eckzähne stark vorspringen; Prämolaren i. A. spitzig; der letzte obere Prämolar und der erste untere Molar ein scharfschneidender, 2—3zackiger Reisszahn (Fig. 408, II)

die übrigen Molaren stumpfhöckrige Mahlzähne. Die Enden der freien Zehen vielfach mit scharfspitzigen grossen Krallen bewaffnet. Das Schlüsselbein fehlt fast immer. Schädel mit hohem Mittelkamm zum Ansatze der massigen Kaumuskeln; das Kiefergelenk ist einseitig als Scharniergelenk eingerichtet und gestattet dem Unterkiefer nur die Bewegung um die Querachse seiner rollenförmigen Gelenkköpfe. Uterus zweihörnig, Plazenta gürtelförmig, die neugeborenen Jungen blind und hilflos. Teils Räuber oder Aasfresser, teils omnivor.

Fam. *Canidae*, Hunde. Leib schlank mit eingezogenem Bauche, Kopf klein mit spitzer Schnauze und stumpf vorstehender Nase. Beine hoch, vorn mit fünf, hinten mit vier Zehen, deren stumpfe Krallen nicht rückziehbar sind; im Gebiss 3—4 Prä-



Fig. 431. *Poca vitulina* (aus WOSSIDLO).

molaren. Zehengänger und vorzügliche Läufer, die aber nicht klettern. Verzehren neben tierischer Beute auch Vegetabilien, selbst Aas. — *Vulpes vulpes* (L.), Fuchs.

Fam. *Ursidae*, Bären. Plumpe Sohlengänger mit länglichrundem Kopf, kurzem Hals und Ohren. Beine mässig hoch, mit nackten Sohlen, vorn und hinten fünf Zehen, Krallen nicht rückziehbar; Schwanz sehr kurz; ohne Blinddarm. Gebiss $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.2}$, ohne unterschiedenen Reisszahn, Backzähne sämtlich höckerig in Beziehung auf die grossenteils vegetabilische Nahrung. Die Bären klettern. — *Ursus arctos* L., brauner Bär.

Fam. *Mustelidae*, Marder. Von gestrecktem Körper mit niedrigen Beinen und 5zehigen Füssen, deren Sohlen ganz oder zur Hälfte aufgesetzt werden. Reisszahn

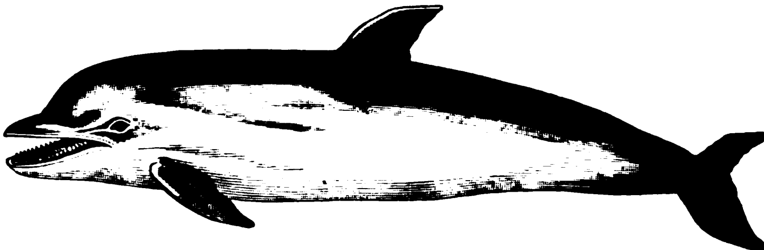


Fig. 432. *Delphinus delphis* (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

klein und höckerig; am After Analdrüsen. Meist blutgierige Räuber; einige von amphibischer Lebensweise sind vorzugsweise Fischfresser, die Dachse leben auch von Beeren und Früchten. Hierzu die eigentlichen Marder, Dachse und Fischottern. — *Mustela martes* M., Baummarder.

Fam. *Felidae*, Katzen. Kopf kugelig, Körper schlank, Beine mässig hoch, kräftig mit dicken Pranken, deren Sohlen mit Ausnahme der Ballen behaart sind; vorn fünf, hinten vier Zehen; der Daumen berührt jedoch den Boden nicht; Gang auf den Zehen; jedoch wird das letzte Glied dabei durch eine besondere Sehne emporgerichtet, sodass die spitze Kralle nicht abgenutzt wird; Schwanz lang, beim Gehen den Boden beinahe berührend; Gebiss (Fig. 404 I) mit verminderten Molaren, grossem Eck- und Reisszahn, Formel $\frac{3.1.3.1}{3.1.2.1}$; Zunge mit hornigen, rückwärts gerichteten Stacheln besetzt. Ausschliesslich von Wirbeltieren, zumeist Warmblütern, lebende Räuber, worunter die grössten und stärksten Karnivoren. — *Felis catus* L., Wildkatze.

§ 134. 7. Ordn. **Pinnipedia**, Flossenfüsser (Fig. 431).

Mit Flossenfüssen, deren fünf Zehen durch Schwimmhaut verbunden sind und verkümmerte Nägel besitzen, das 2. Paar oft wagerecht nach hinten gestreckt; Rumpf spindelförmig, Kopf klein mit unbedeutenden oder fehlenden Ohren, Schwanz stummelig, Haarkleid ganz kurz und straff anliegend. Eckzähne vorhanden, Backzähne unter sich gleichartig. Augen mit ausgebildeter Nickhaut, Nasen- und Ohrenöffnungen verschliessbar. Meeresbewohner, die nach Art der Fische mit dem Hinterende des Körpers schwimmen, das die zusammengelegten Hinterbeine zu einer Art Schwanzflosse verlängern; Nahrung aus Fischen und anderen Seetieren bestehend. Robben, Seelöwen und Walross.

§ 135. 8. Ordn. **Cetacea**, Wale (Fig. 432).

Fischähnliche nackte Wassersäugetiere ohne äusserlich abgesetzten Hals, mit spindelförmigem Rumpf; vordere Gliedmassen äusserlich ungegliederte kurze Flossen, deren Skelett aus verkürzten, unbeweglich verbundenen Arm- und Handknochen besteht, unter Vermehrung der Zahl der Finger und Fingerglieder (Fig. 433); von den äusserlich verschwundenen Hintergliedmassen nur innere Skelettreste geblieben; Schwanzende zu einer horizontalen Hautflosse verbreitert; auf dem Rücken häufig eine Fettflosse. Ohrmuscheln fehlen. Augen sehr klein. Schädel häufig asymmetrisch entwickelt (Fig. 301); Halswirbel verkürzt, mehr oder weniger miteinander verwachsen; Schlüsselbein fehlt. Gebiss entweder durch zahlreiche, gleichmässig geformte Kegelzähne gebildet (Zahnwale) oder geschwunden (Bartenwale) und durch hornige Querplatten am Gaumen (Barten) ersetzt, die aus dem eingeschluckten Wasser die tierischen Bestandteile abfiltrieren (Fig. 434). Meerestiere, einige in Strömen. Die Zahnwale fressen Fische und Kopffüsser, die Bartenwale kleine schwimmende Wirbellose.

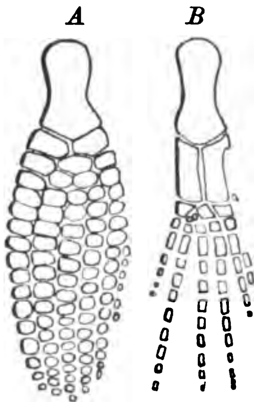


Fig. 433. *A* Handskelett eines *Ichthyosaurus*, *B* eines Wales (nach KÜCKENTHAL aus SIMROTH).

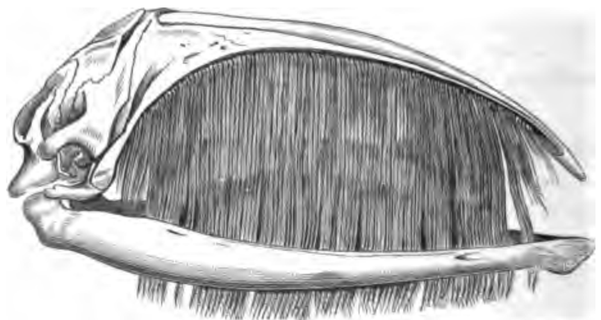


Fig. 434. Schädel des Grönlandwals mit den Barten (nach CUVIER aus CLAUS-GROBBEN).

9. Ordn. Ungulata, Huftiere.

§ 136. Mit Hufen an den verbreiterten Endgliedern der Extremitäten.

Im Körperbau der Huftiere kommt zunächst ihre Beweglichkeit zum Ausdrucke, die durch weitgehende Verkleinerung der Berührungsfläche zwischen Fuss und Erdboden und Verminderung der Knochenbestandteile der Gliedmassenstäbe erreicht wurde. Demzufolge sind die Huftiere nicht allein Zehengänger, sondern treten vielfach nur mit der äussersten Spitze der Beine, dem letzten Zehengliede auf, das dann durch breite Nägel (Halbhufe) oder einen vollständigen Hornschuh, den Huf, geschützt wird; ferner lässt sich ein Schwund der Zehenzahl von fünf bis auf eins verfolgen, wovon die Innenzehe in allen Fällen am ehesten und stärksten betroffen wird. Diese Verminderung wird von Verschmelzungen der Mittelhand- und Mittelfussknochen bei gleichzeitiger Verlängerung derselben begleitet (Fig. 403). Da vielfach auch die Elle mit der Speiche und das Wadenbein mit dem Schienbein verschmilzt, so wird aus der ursprünglich sich distal immer mehr gabelnden Gliedmasse ein in sich gefestigter einachsiger Träger, von dessen Vierzahl der schwere Rumpf sicher gestützt und gleichzeitig die höchste Laufgeschwindigkeit erzielt wird. Im Einklange mit der ausschliesslichen Verwendung der Extremitäten als Stützpunkte und Bewegungswerkzeuge steht das Fehlen der Schlüsselbeine. Andrerseits führte die fast ausschliessliche pflanzliche Ernährung der Huftiere zur Ausbildung einseitig kauender Gebisse (Fig. 404 II, 408 IV) mit weitgehender Vereinfachung und Verlust von Schneide- und Eckzähnen sowie Gestaltung der Molaren zu wurzellosen Backzähnen mit querhöckriger bis querfaltiger Kaufläche, die sich andauernd abnutzt. Um vollständige Zerkleinerung der derben Pflanzenkost zu erzielen, ist dem Kiefergelenk ein ziemlich freier Spielraum gegeben, sodass der Unterkiefer auch seitliche Bewegungen ausführen kann, welche die Backzähne wie Mühlsteine auf einander reiben lassen. Dementsprechend ist die Reihe der Molaren ziemlich verlängert und die Kieferknochen sind gestreckt. — Zu den Huftieren rechnet man die Unterordnungen der Klippschliefer *(Hyracoidea)*, Rüsseltiere oder Elefanten *(Proboscidea)*, Unpaarzeher *(Perissodactyla)* und Paarzeher *(Artiodactyla)*.

§ 137. 1. Unterordn. Perissodactyla, Unpaarzeher.

Die Hauptachse jedes Beines als Stütze des Körpers fällt in die 3. Zehe, die sich dementsprechend verstärkt, während die sie begleitende 2. und 4. Zehe kleiner bleiben und selbst bis auf Reste (Griffelbeine) am Mittelhand- und Mittelfussknochen verschwinden können (Pferde, Fig. 113); im ganzen ist also die Zahl der Zehen unpaar, nur bei den Tapiren haben sich am Vorderbein vier Zehen erhalten. Im Gebiss fehlen hie und da die Eckzähne. — Hierher gehörig sind die Tapire *(Tapiridae)*, Nashörner *(Rhinocerotidae)* und Pferde *(Equidae)*.

§ 138. 2. Unterord. Artiodactyla, Paarzeher.

Die stützende Hauptachse des Beines fällt zwischen die 3. und 4. Zehe, die dementsprechend ein Paar von gleichmässiger Stärke bilden, während die beiden Aussenzehen (2. und 5.) klein bleiben und gewöhnlich den Boden nicht erreichen (Flusspferde ausgenommen), ja ganz fehlen können (Giraffe): demnach sind die vorhandenen Zehen immer paarig. Im Gegensatz zu dem starken mittleren Paar von Hufen rücken die der Aussenzehen gewöhnlich als Afterhufe nach hinten und etwas in die Höhe. Die zur 3. und 4. Zehe gehörenden Metacarpalia und -tarsalia strecken sich in die Länge und bleiben je nach dem Grade des Ueberwiegens jener Zehen getrennt oder ver-

schmelzen zu einem einfachen Laufknochen, so bei den Wiederkäuern. Selten nur (Schweine) bleiben alle Zahngattungen erhalten, sonst schwinden vielfach im Oberkiefer die Schneidezähne — dies vollständig bei den meisten Wiederkäuern — und teilweise oder gänzlich die Eckzähne, die gelegentlich wurzellos sind; meistens kommen drei Prämolaren und drei Molaren zur Ausbildung, deren Kronenflächen bei den ersteren anders gestaltet sind als bei diesen.

§ 139. 1. Ueberfam. *Nonruminantia*, nicht wiederkäuende Paarzeher. Eckzähne stets vorhanden, Backenzähne mit 4 hohen und einigen niedrigen Höckern, 3. und 4. Mittelfussknochen getrennt; Magen einfach. Ausser den Flusspferden *(Hippopotamidae)* gehört hierzu die

Fam. *Suidae*, Schweine. Kopf zugespitzt, Schnauze rüsselartig, auf der abgestutzten nackten Vorderfläche die Nasenlöcher; Beine niedrig, dünn, nur die beiden mittleren Zehen berühren den Boden, die Aussenzehen zu Afterhufen verkürzt; Schwanz dünn, oft gedreht; mit dichtem Borstenkleid, das auf dem Rückgrat in einen Borstenkamm verlängert zu sein pflegt. Schneidezähne schief nach vorn gerichtet, Eckzähne wurzellos, die oberen nach aussen über die Lippen hinweg nach oben gekrümmt, die unteren ebenfalls nach aussen gewachsen und rückwärts gekrümmt, beim Männchen bedeutend stärker entwickelt; zwischen Eckzähnen und Prämolaren im Unterkiefer eine Lücke. Formel $\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3}$. Omnivore, die sich ihre Nahrung mit dem Rüssel aus dem Boden wühlen; gesellig und von starker Vermehrung: bis sechs Junge in einem Wurfe. *Sus scrofa* L., Wildschwein.

§ 140. 2. Ueberfam. *Ruminantia*, Wiederkäuer. 3. und 4. Metacarpale und -tarsale zu einem unpaaren Laufknochen verschmolzen; ebenso geht die Ulna in den Radius ein und die Fibula wird zu einem Stummel am unteren Ende des Schienbeins. Im Oberkiefer fehlen — die Kameele ausgenommen — alle Schneidezähne und oft auch die Eckzähne; unten ist zwischen den schaufelförmigen Schneide- und den Backzähnen eine weite Lücke (Fig. 404 II); wenn der untere Eckzahn vorhanden ist, so pflegt er schneidezahnartig gebildet zu sein. Augen und Schläfenhöhle durch einen Fortsatz des Jochbeins geschieden. Auf Fortsätzen des Stirnbeins erheben sich sehr oft paarige Hörner oder Geweihe. In der Herzscheidewand treten Verknöcherungen, sog. Herzknochen auf. Zunge ziemlich lang, mit spitzen, hornigen Warzen besetzt. Magen mehrfach geteilt, was mit der Art des Nahrungserwerbes zusammenhängt. Ausschliesslich auf die nährstoffarme Pflanzenkost angewiesen, müssen die Wiederkäuer deren grosse Mengen auf einmal zu sich nehmen; um das Abweiden des Futters, bei dem die vielfach ihren Feinden gegenüber wehrlosen Tiere sich manchen Gefahren aussetzen müssen, in möglichster Kürze abzumachen, wird die abgerupfte und flüchtig gekaute Nahrung vorläufig in eine besondere Abteilung des Magens, den Pansen oder Wanst, (Fig. 435) geleitet und zu grösseren Mengen angesammelt; der Pansen ist weit, sackförmig und auf der Innenfläche mit Hornwärzchen dicht besetzt. Nach der Sättigung wird an gesichertem Orte die Speise nochmals gründlich durchgekaut; in Vorbereitung hierzu tritt sie aus dem Pansen in den nächstbenachbarten, viel kleineren Netzmagen (Haube) über, dessen Innenwand netzartig gefaltet ist, um durch Drüsensäfte erweicht zu werden. Dann geht das eigentliche Wiederkäuen vor sich, indem nacheinander kleine Nahrungsballen aus dem ebengenannten Magenraume wieder nach oben in die Mundhöhle gewürgt werden, um da zwischen den Backzähnen nochmals gründlich durchgekaut und durchgespeichelt zu werden. Nunmehr wird die in Speisebrei umgewandelte Nahrung wieder verschluckt, gelangt aber nicht in den Pansen zurück, der sich dabei durch eine Klappe schliesst

sondern — durch zwei in eine Rinne vereinigte Längsfalten der Haube geleitet — in die 3. Magenabteilung, den Blättermagen (Psalter), dessen Innenfläche buchähnlich in zahlreiche Blätter gefaltet ist, und dadurch gröbere Speiseteile vorläufig zurückhält, endlich in die 4., den längsgefalteten Labmagen, wo zahlreiche Labdrüsen den eigentlichen Magensaft absondern. Bei den Tylopoden ist der Blättermagen nicht ausgebildet.

Die Wiederkäuer sind meistens friedfertige, gesellige Tiere; die Weibchen werfen zumeist nur ein Junges, das sehr bald nach der Geburt der Mutter folgen kann. Die Unterordnung umfasst die Familien der *Tylopoda* (Kameele und Lamas), *Bovidae* (Hohlhörner), *Antilocapridae* (Gabelantilopen), *Cervidae* (Hirsche), *Tragulidae* (Zwergmoschustiere) und *Giraffidae* (Giraffen).

§ 141. Fam. *Bovidae* [*Cavicornia*], Hohlhörner. Am vorderen Laufknochen sitzen proximale Reste des 2. und 5. Metacarpale, von den zugehörigen (After-)Zehen ist das 3. Glied unvollkommen; die Hufsohle füllt die Unterseite des Hufes ganz aus und steht hinten wulstig vor. Oben mangeln die Schneidezähne; der untere Eckzahn den Schneidezähnen ähnlich und genähert, der obere fehlt: $\frac{0.0.3.3}{3.1.3.3}$. In der Regel kommen beiden Geschlechtern hohle Hörner zu, die einen knöchernen Fortsatz des Stirnbeines scheidenartig umfassen und sich während des ganzen Lebens erhalten bei andauerndem Nachwachsen vom Grunde aus. Der Entstehung (Fig. 436) nach ist der Stirnbeinzapfen ein Hautknochen, der sich als örtliche Verknöcherung in der Lederhaut bildet, also ursprünglich dem Schädel fremd ist (Fig. 436 a). Er verschmilzt jedoch zeitig mit einer Aufwölbung des Stirnbeins, die entweder solide bleibt oder durch Bildung eines inneren Hohlraumes (Sinus frontalis) zu einem Buckel wird (Fig. 436 b); vielfach wird der Unterteil des Knochenzapfens noch dadurch trichterförmig ausgehöhlt, dass der Sinus nach oben in ihn hineinwuchert. Ihrer Entstehung nach verwachsen also die Stirnzapfen erst nachträglich mit dem Stirnbein, dessen Epiphysen sie bilden, und bleiben ständig vom Integument, ihrem Bildungsherd, überzogen. Jedoch findet eine so starke Ernährung der betreffenden epidermalen Schicht durch zahlreiche lange Cutispapillen statt, dass jene sehr rasch verhornt und damit einen dicken Hornüberzug des Stirnzapfens, eben die Hornscheide, herstellt (Fig. 436 c, d).

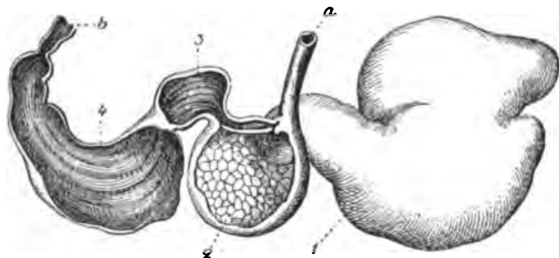


Fig. 435. Magen des Schafes; *a* unteres Ende der Speiseröhre, *b* Anfang des Zwölffingerdarmes; 1 Pansen, 2 Netzmagen, 3 Blättermagen, 4 Labmagen; *2, 3, 4* sind aufgeschnitten (aus LEUNIS).

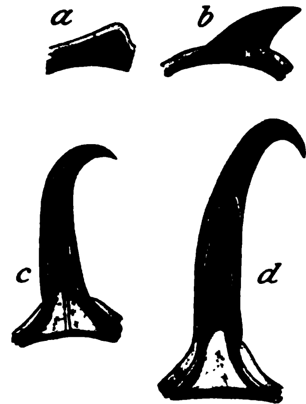


Fig. 436. Entstehung und Wachstum des Hornes der Gemse als Typus des Bovidengehörns, schematisch. *a* Das noch mit Fell überzogene Horn einer ganz jungen Gemse, in deren Lederhaut sich der Stirnzapfen als Cutisverknöcherung gebildet hat; *b* der Hornüberzug des Stirnzapfens ist fertig, dieser selbst aber noch nicht mit der durch die Stirnbeinhöhle gebildeten Stirnbeinbeule verwachsen. *c*—*d* Aelteres und sehr altes Gemsenhorn, bei denen Stirnzapfen und Stirnbeinbeulen schon völlig verwachsen und die Stirnbeinhöhlen in Stirnzapfenbasen vorgedrungen sind. Die geknickten hellen Linien in der Hornscheide begrenzen deren Wachstumszonen (nach NITSCHE).

1. Unterfam. *Bovinae*, Rinder. Von grossem, gedrungenem Körper mit kurzen

stämmigen Beinen, gerundeten Hufen ohne Klauendrüse zwischen ihnen, langem Schwanze; Nasenkuppe (Muffel, Flotzmaul) breit und nackt, reich an Schleimdrüsen; am Augenwinkel keine Tränengrube. Hörner nach aussen gebogen, wenigstens an der Spitze drehrund, ihre Basis geringelt. — *Bison bonasus* (L.), Wisent.

2. Unterfam. *Ovinae,* Schafe. Von kleinerem Wuchse; Kopf verschmälert mit behaarter Nasenkuppe, Hörner nach hinten gebogen mit zusammengedrückter Basis und quergerunzelt; bald mit, bald ohne Tränengruben und Klauendrüsen; Haarkleid vielfach sehr lang, am Kinn oft bartähnlich verlängert. Sämtlich Bergbewohner, die gewandt an Felsen klettern. — *Capra ibex* L., Alpensteinbock.

3. Unterfam. *Antilopinae*, Antilopen. Meist schlank und zierlich mit dünnen, hohen Beinen, aber auch plumpe, rinderähnliche Formen vorhanden. Schnauze zugespitzt, mit nackter oder behaarter Nasenkuppe; Tränengruben vorhanden oder fehlend; mit Klauendrüsen; Haare glatt anliegend; Hörner sehr verschiedenartig gebildet. Meistens in grossen Ebenen, einige nur auf Gebirgen bis zur Schneegrenze. — *Rupicapra rupicapra* (L.), Gemse.

§ 142. Fam. *Cervidae*, Hirsche. Gestreckte Wiederkäuer mit schmalem Rumpfe und dünnen, sehnigen Beinen; Schnauze zugespitzt mit grösstenteils behaarter Nasenkuppe; deutliche, oft sehr weit nach vorn reichende Tränengruben, in denen eigentümliches schmieriges Drüsensekret (Hirschbezoar) erzeugt wird; ausser den stets vorhandenen Klauendrüsen meistens noch Drüsen an der Fusswurzel und dem Lauf der Hinterbeine, die durch Haarbürsten bezeichnet sind. Vom 2. und 5. Metacarpalknochen sind proximale oder distale Reste vorhanden (Fig. 439), ihre zugehörigen Zehen haben ein vollständiges 3. Glied; die Afterhufe sind klein und berühren der Regel nach den Boden nicht. An den kleinen und schmalen Hufen tritt der untere Rand scharf hervor, sodass die Sohle etwas vertieft ist; der hintere Teil der letzteren ist als Ballen etwas aufgetrieben (Fig. 440, 441). Tränenbein um die vordere Hälfte verkürzt, sodass es sich nicht mit dem Nasenbein berührt; infolgedessen besteht zwischen Nasenbein, Stirnbein, Oberkiefer und Tränenbein eine nur durch Bindegewebe geschlossene Lücke. Auf der Aussenseite des Stirnbeins ausserdem eine Rinne für die Tränengrube. Zahnformel $\frac{0\,.\,(1)\,.\,3\,.\,3}{3\,.\,1\,.\,3\,.\,3}$. Die Gehörnbildungen („Geweihe") sind massive Knochen, welche kurzen, zwischen den Ohren stehenden Stirnbeinzapfen mit flacher Basis aufsitzen. Ihrer Entstehung (Fig. 437) nach sind die Geweihe nichts als Auswüchse, Apophysen der Stirnbeine, die sich immer mehr in die Höhe strecken und die behaarte Haut mitnehmen (Fig. 437 a—c). Endlich ist diese nicht mehr imstande, dem Wachstume des spitzzulaufenden Geweihzapfens zu folgen, ihre Ernährung durch die Blutgefässe stockt, sie trocknet ein und wird allmählich abgescheuert, sodass der Knochen von der Ektodermbekleidung entblösst wird. Als ein Gebilde mesodermaler Abkunft kann sich aber der Geweihknochen in diesem Zustande nicht auf die Dauer erhalten, er stirbt daher völlig ab und löst sich an der Grenze zwischen dem überlebenden und dem abgestorbenen Knochengewebe, also da los, wo die Haut an der Apophysenbasis ihr Ende erreicht; dieses Abfallen wird durch Auflösung der Knochenmasse in einer ringförmigen Einschnürung, der Demarkationslinie, eingeleitet (Fig. 437 e, f). Indem die Haut, welche den stehengebliebenen Rest des Stirnzapfens, Rosenstock genannt, aussen bekleidet, über den oberen Rand hinwegwächst, kommt eine Ueberwallung der Wundfläche zustande (Fig. 437 g—h), unter deren Schutze die Knochenhaut des Rosenstocks einen neuen Geweihzapfen erzeugt. Jedoch ist diese Erneuerung von so reicher Zufuhr an Knochenmasse begleitet, dass der wachsende, noch weiche Geweihkolben überernährt, hypertrophisch wird, was sich im Hervorspriessen einer seitlichen Verzweigung, einer

Sprosse, äussert (Fig. 437 k); allmählich führt die Ausbildung der neuen Geweihstange zur Wiederholung des oben geschilderten Vorganges der Entblössung des Knochens u. s. w. (Fig. 437 l).

Diese Art des Entstehens und Vergehens der einzelnen Geweihstange dürfte in grossen Zügen die stammesgeschichtliche Entwicklung der Geweihformen bei den Cerviden wiedergeben. Aus zufälligen, aber sich häufig wiederholenden Ereignissen halb krankheitlicher Art ist allmählich eine im Leben jedes Einzeltieres auftretende Reihe von Erwerbungen geworden, die in engste physiologische und biologische Beziehung zur Fortpflanzung getreten sind: in jährlichen Perioden erhält und verliert der männliche Hirsch sein Geweih, das ihm hauptsächlich als Waffe gegen Nebenbuhler dient, und zwar pflegt jede Erneuerung eine Vergrösserung mit sich zu bringen, die sich namentlich in der Vermehrung der Seitensprossen bis zu einer beschränkten Zahl (Reh) oder ohne Grenze (Rothirsch) äussert. Im Verlaufe eines Jahres geht die Geweihbildung folgendermassen vor sich: die Rosenstöcke verlängern sich durch Verknorpelung des sie überlagernden Bindegewebes und Ersatz des Knorpels durch Knochengewebe in einen zunächst noch weichen, mit Fell überzogenen Geweihkolben, dessen Ernährung durch sein Periost erfolgt. Wenn durch fortschreitende Ablagerung von Kalksalzen das Gefüge des Knochens dichter wird, erleiden die im Knochen verteilten Blutgefässe allmählich eine Verödung, sodass mit der Zeit die Ernährung völlig stockt, und zwar wird davon zuerst die äussere Haut bis zum völligen Absterben betroffen. Der Träger entledigt sich ihrer und des Periosts allmählich durch Scheuern an harten Gegenständen („Fegen“), worauf auch die den Knochen durchziehenden Gefässe schrumpfen, das ganze Geweih zu einem toten, aber an der Basis mit den Rosenstöcken fest verwachsenen Gebilde wird. Zur Vollendung gelangt das Geweih spätestens vor Anfang der Paarungszeit (Brunst), während der es die vornehmste Verwendung im Kampfe mit anderen männlichen Hirschen findet; nachdem jene vorbei ist, geschieht das Ab-

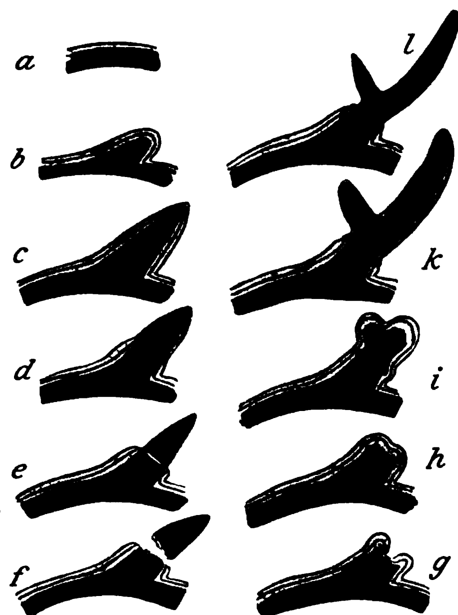


Fig. 437. Bildung, Abstossen und Neubildung des Hirschgeweihs, schematisch. Erklärung im Texte (nach NITSCHE).

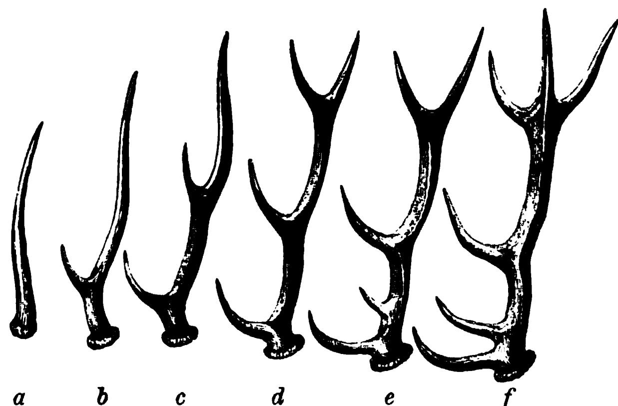


Fig. 438. Geweihentwicklung des Rothirsches. *a* Spiess, *b* Stange mit Augensprosse, *c* dgl. mit Mittelsprosse, *d* Achtender, *e* Zehnender mit Eissprosse, *f* Zwölfender mit Krone (aus BLASIUS).

werfen der bisherigen Stangen nach Lockerung der Basis durch nekrotischen Gewebsschwund am Ende des Rosenstocks, und darauf die Erneuerung in der oben geschilderten Reihenfolge.

An einem fertigen Geweih — als Beispiel diene der Rothirsch — (Fig. 438) unterscheidet man zunächst die Stange, der eine für die einzelnen Gattungen und Arten bezeichnende Richtung und Form zukommt, und die seitlich abgezweigten Enden; häufig ist auch die Basis der Stange unmittelbar über dem Rosenstock mehr oder weniger als Rose verdickt. Als erste Stufe erscheint stets die einfache, ungeteilte Stange („Spiess"), über die sich das Geweih einiger Arten überhaupt nicht hinaus entwickelt (Fig. 438a). Bei der ersten Erneuerung zweigt sich, u. zw. stets an der Vorderseite, ein Ende, die Augensprosse, ab, wodurch die Stange eine Ablenkung nach rückwärts in Form eines sehr stumpfwinkligen Knicks erfährt; jedoch gleicht die Stange diese Knickung wieder aus, indem sie sich weiter oben wieder nach vorn biegt (Fig. 438b). Das dritte Geweih vermehrt sich um eine Mittelsprosse, die gleich allen noch später hinzutretenden Enden wieder eine Knickung der Stange mit nachfolgender Krümmung nach vorn im Gefolge hat (Fig. 438c). Bei der Vermehrung über vier Enden hinaus pflegt sich ein neues Ende nicht über den schon vorhandenen, son-

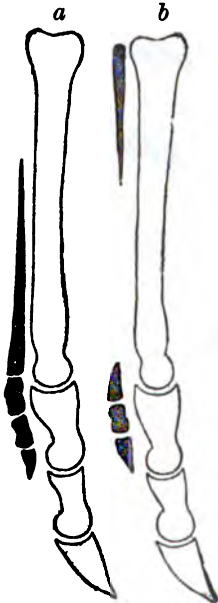


Fig. 439. Die Knochen der Mittelhand und Finger *a* eines telemetacarpen, *b* eines plesiometacarpen Hirsches, von der Seite gesehen (aus ECKSTEIN).



Fig. 440. Linker Vorderlauf des Rotwildes von unten, 1/3 nat. Gr. (aus ECKSTEIN).



Fig. 441. Schalen des Elens, 1/3 nat. Gr. (aus ECKSTEIN).

dern zwischen Aug- und Mittelsprosse als Eissprosse einzuschieben (Fig. 438e), während die weitere Vermehrung durch Teilung der Stange in ihrem Gipfel geschieht, indem sich — immer nach vorn zu — neue Enden von jener abzweigen: Kronenbildung (Fig. 438f). Die Geweihe mancher Arten, z. B. Damhirsch, treiben oberhalb der Mittelsprosse keine weiteren Sprossen von gesetzmässiger Lage und Form, sondern die Spitze der Stange verbreitert sich in eine Schaufel, deren Rand in Enden ausgezackt ist, doch hat die Zahl dieser Schaufelenden, wiewohl sie mit dem Alter des betreffenden Hirsches wächst, in ihrer Vermehrung keine eigentliche Regel. Ferner scheinen Geweihe mit einzelnen nach hinten gekehrten Sprossen und Schaufelenden (Ren, Dam-

hirsch) in der Mitte der Stange während des Wachstums eine Drehung zu erfahren, wodurch die ursprüngliche Vorderseite der Stange in ihrer oberen Hälfte mitsamt den zugehörigen Enden rückwärts gewendet wird. Nahe Beziehungen zwischen Geweih und männlichen Genitalien verraten sich darin, dass Missbildungen und Verletzungen der letzteren ebenfalls Bildungsstörungen des Kopfschmuckes nach sich ziehen. Das Rentier ausgenommen besitzt normalerweise nur der männliche Hirsch ein Geweih; wenn auch dieser geweihlos ist (Moschustier), treten lange wurzellose Eckzähne als Waffe an die Stelle.

Die Hirsche sind gesellige, vielfach in grössere Rudel zusammentretende Tiere, die teils dem Walde, teils offenen Grasebenen angehören und im Gebirge bis in den alpinen Gürtel hinaufgehen. Ihre Vermehrung ist fast immer auf 1—2 Junge beschränkt.

A. Plesiometacarpe Hirsche. Vom 2. und 5. Mittelhandknochen sind nur die oberen Enden erhalten, sodass die Phalangen der Afterzehen nicht mit jenen in Verbindung stehen (Fig. 439 b), sondern nur mit Sesambeinen des Gelenkes zwischen dem distalen Kopfe des Laufknochens und den Phalangen, wie dies bei den Afterzehen der Hinterbeine stets der Fall ist. Die Hufe sind kurzballig, d. h. der Ballen ist vorn abgestutzt (Fig. 440); Klauendrüse wenig entwickelt. Hierzu gehören fast nur altweltliche Formen, z. B. Rot- und Damhirch, sowie der — aus der alten Welt nach Amerika übergewanderte — Wapiti.

B. Telemetacarpe Hirsche. Nur die unteren Enden der Metacarpalia 2 und 5 sind erhalten als lange splitterartige Knochen, denen also die Phalangen der Afterzehen an den Vorderbeinen stets angelenkt sind (Fig. 439 a). An den langballigen Hufen ist der Ballen auf der Sohle bis gegen deren Spitze hin verlängert (Fig. 441); die Klauendrüse ist stark ausgebildet. Diese Gruppe umfasst Ren, Elch, Reh, Moschustier u. a., sowie alle neuweltlichen Hirsche ausschliesslich des Wapiti.

§ 143. 10. Ordn. Sirenia, Seekühe.

Plumpe Wassersäugetiere von Gestalt der Wale, mit flossenförmigen, im Ellenbogengelenk beweglichen Vordergliedmassen; an Stelle der fehlenden Hintergliedmassen ist das Schwanzende in eine wagerechte Hautflosse verbreitert; Haut dick und spärlich beborstet; Gebiss auf die Backzähne beschränkt oder ganz ausgefallen; Zitzen bruständig. Die nach dem inneren Bau sich an die Huftiere anschliessenden Seekühe sind pflanzenfressende Bewohner seichter Küstenmeere und der Flussmündungen in den Tropen, steigen aber gelegentlich auf's Ufer.

§ 144. 11. Ordn. Primates, Vierhänder.

An Vorder- und Hintergliedmassen fünf Finger, deren erster den andern als Daumen gegenübergestellt werden kann, meistens mit platten Nägeln; Augenhöhlen nach vorn gerichtet; im Gebiss alle Zahngattungen.

1. Unterordn. *Prosimiae*, Halbaffen. Gebiss dem der Insektenfresser ähnlich; Augenhöhlen vollständig umrandet, aber mit der Schläfengrube in Verbindung; Unterkieferhälften getrennt; Uterus zweihörnig, Clitoris stets von der Harnröhre durchzogen; ausser den Brustzitzen gelegentlich noch welche am Bauche. Altweltliche Baumtiere von nächtlicher Lebensweise, die sich von Früchten, Insekten und kleinen Wirbeltieren nähren.

2. Unterordn. *Simiae*, Affen. Vorder- und Hinterbeine als Greifwerkzeuge ausgestaltet, doch werden beide Paare zum Gehen benutzt; Speiche um die Elle drehbar;

Unterkieferäste verschmolzen. Zähne vollständig und in fast lückenlose Reihe gestellt. Uterus stets einfach; nur ein paar Brustzitzen. Meistens gesellige omnivore Waldtiere.

3. Unterordn. *Bimana,* Zweihänder.

Nur die vordere Extremität zum Greifen eingerichtet; die hintere zu Gehfüssen umgebildet, deren Daumen nicht entgegengestellt werden kann und auf deren Sohle beim Gehen der aufrecht gehaltene Körper ruht. — *Homo sapiens* L., Mensch.

Register.

Die Zahlen bezeichnen die Seiten.